



НОМО

INTELLECTUS

09

Роботы и автоматизация

Этика, безопасность и ответственность
в мире умных машин



ЭТИКА
ТЕХНОЛОГИЙ
И РОБОТОВ



БЕЗОПАСНОСТЬ
ЧЕЛОВЕКА
ПРЕВЫШЕ ВСЕГО



ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
ЗА РЕШЕНИЯ
МАШИН



ЗАЩИТА
ДАННЫХ
И ПРИВАТНОСТИ



ДОВЕРИЕ
КАК ОСНОВА
БУДУЩЕГО



ЧЕЛОВЕК
ОСТАЁТСЯ
В ЦЕНТРЕ



МЕДИЦИНА



ОБРАЗОВАНИЕ



ПРОИЗВОДСТВО



ТВОРЧЕСТВО



СПОРТ

Бобомурод Курбанов

Роботы и автоматизация.

Homo Intellectus

<https://litres.ru/74065321>

SelfPub; 2026

Аннотация

«Роботы и автоматизация. Homo Intellectus» — третья книга производственного цикла серии «ПОКОЛЕНИЕ UZ».

Если машины всё чаще работают точнее, быстрее и безопаснее человека, означает ли это конец труда — или начало новой роли человека?

Эта книга рассматривает роботизацию не как фантастику и не как угрозу, а как один из главных переходов XXI века. Роботы уже меняют заводы, склады, сельское хозяйство, медицину, транспорт, строительство и повседневную жизнь. Но главный вопрос остаётся человеческим: кто будет ставить цели, принимать решения и нести ответственность в мире умных машин?

Для Узбекистана эта тема связана с будущим промышленности, качеством труда, подготовкой инженеров, развитием регионов и технологической самостоятельностью к 2050 году. Наследие Улугбека здесь становится требованием мыслить точно и действовать ответственно: машины могут

освободить человека от однообразной работы, но только человек способен превратить это освобождение в развитие.

Содержание

Введение	5
Глава 1. Великая история освобождения от труда	11
Глава 2. Что такое робот на самом деле	30
Глава 3. Почему мир начал роботизироваться именно сейчас	45
Глава 4. Роботы на заводе	66
Конец ознакомительного фрагмента.	68

Бобомурод Курбанов

Роботы и автоматизация.

Homo Intellectus

Введение

Парадокс свободных рук

Представим человека, жившего пять тысяч лет назад. Его день был заполнен тяжелым физическим трудом. Нужно было добыть воду, обработать землю, изготовить орудия, построить жилище, защитить семью от опасностей окружающего мира. Практически каждая задача требовала непосредственного участия человеческих рук. Выживание зависело от количества затраченных усилий.

С тех пор история человечества стала историей постепенного освобождения человека от тяжелого труда. Сначала люди научились использовать силу животных. Затем появились простейшие механизмы. Водяные колеса заменили ручной помол зерна. Ветряные мельницы взяли на себя часть работы, которую раньше выполняли десятки людей. Позднее паровые машины запустили промышленную революцию

и многократно увеличили производительность труда. Электричество позволило автоматизировать целые производства. Компьютеры взяли на себя обработку информации. Сегодня искусственный интеллект начинает выполнять задачи, которые еще недавно считались исключительно человеческими.

На первый взгляд может показаться, что конечной целью всего этого развития является полное освобождение человека от работы. Каждое новое поколение технологий делает людей физически сильнее, быстрее и эффективнее. Экскаватор заменяет сотни рабочих с лопатами. Современный комбайн выполняет работу, на которую раньше требовались тысячи человек. Автоматизированная производственная линия способна выпускать продукцию круглосуточно, не испытывая усталости и не needing в отдыхе.

Однако здесь возникает удивительный парадокс. Если технологии постоянно освобождают человека от труда, почему человечество продолжает работать? Более того, почему количество профессий не уменьшается, а увеличивается? Почему после каждой технологической революции возникают новые виды деятельности, которых раньше просто не существовало?

Когда в XIX веке появились механические ткацкие станки, многие были убеждены, что миллионы людей останутся без работы. Когда в XX веке началась автоматизация заводов, прогнозировалось массовое сокращение рабочих мест. Когда появились компьютеры, звучали предупреждения о

скором исчезновении огромного количества профессий. Сегодня аналогичные опасения связаны с роботами и искусственным интеллектом.

История показывает, что реальность оказывается гораздо сложнее. Да, некоторые профессии действительно исчезают. Уже почти невозможно встретить фонарщика, который вручную зажигает городские фонари. Исчезли телефонистки, вручную соединявшие абонентов. Практически исчезли машинистки, перепечатававшие документы на механических печатных машинках. Но одновременно появились программисты, инженеры по автоматизации, разработчики робототехнических систем, специалисты по анализу данных и сотни других профессий, которые невозможно было представить всего несколько десятилетий назад.

Технологии меняют не сам факт человеческой деятельности, а ее содержание. Машины постепенно берут на себя рутинную, однообразную и физически тяжелую работу. Человек получает возможность заниматься задачами более высокого уровня: проектированием, управлением, исследованием, творчеством, принятием решений. Каждая новая волна автоматизации поднимает человека на следующую ступень развития.

Сегодня мир находится на пороге очередного масштабного перехода. Роботы перестают быть редкостью, которую можно увидеть только на крупных автомобильных заводах или в научно-фантастических фильмах. Они появляются на

складах, в больницах, аэропортах, логистических центрах, на фермах и строительных площадках. Автономные машины учатся ориентироваться в пространстве, распознавать объекты, взаимодействовать с людьми и выполнять сложные последовательности действий практически без участия человека.

Особенность нынешнего этапа заключается в том, что развитие робототехники происходит одновременно с развитием искусственного интеллекта. Раньше машина могла выполнять только заранее запрограммированные действия. Теперь она начинает воспринимать окружающую среду, анализировать данные и адаптироваться к изменяющимся условиям. Робот постепенно превращается из механического инструмента в интеллектуального помощника.

Для Узбекистана эти процессы имеют особое значение. Страна активно развивает промышленность, транспортную инфраструктуру, сельское хозяйство и цифровую экономику. Чтобы успешно конкурировать на мировом рынке в середине XXI века, необходимо не только производить больше продукции, но и делать это эффективнее, качественнее и быстрее. Роботизация становится одним из ключевых инструментов достижения этой цели.

При этом речь идет не только об экономике. Вопрос роботизации напрямую связан с образованием, наукой, подготовкой кадров и будущим молодого поколения. Школьники, которые сегодня сидят за партами, будут работать в мире,

где взаимодействие с роботами станет такой же привычной частью жизни, как использование смартфона сегодня. Понимание принципов автоматизации постепенно превращается из узкоспециализированного знания в элемент общей технологической грамотности.

Но самая важная тема этой книги связана не с машинами, а с человеком. Любая технология в конечном счете является продолжением человеческих возможностей. Телескоп расширяет зрение. Компьютер расширяет возможности обработки информации. Робот расширяет возможности человеческого труда. Именно поэтому главный вопрос будущего заключается не в том, смогут ли машины выполнять работу лучше человека. Во многих случаях они уже делают это. Главный вопрос состоит в том, каким станет сам человек в мире, где большую часть физических операций выполняют автоматизированные системы.

Когда-то астрономы Самаркандской обсерватории использовали самые совершенные инструменты своего времени для изучения Вселенной. Их цель заключалась не в замене человеческого разума, а в расширении его возможностей. Сегодня человечество создает новые инструменты — роботов, автоматизированные системы и искусственный интеллект. И перед нами стоит тот же вопрос, что и много веков назад: сможем ли мы использовать новые технологии для собственного развития?

Ответ на этот вопрос во многом определит не только бу-

дущее мировой экономики, но и будущее Узбекистана как страны наследников Улугбека в эпоху искусственного интеллекта.

Глава 1. Великая история освобождения от труда

Работа как судьба человека

На протяжении большей части человеческой истории труд был не выбором, не профессией и не способом самореализации, а условием выживания. Человек работал не потому, что хотел построить карьеру, раскрыть талант или найти свое место в экономике. Он работал потому, что без труда невозможно было добыть пищу, сохранить тепло, защитить жилище, вырастить детей и пережить следующую зиму. Работа была тесно связана с телом: с силой рук, выносливостью ног, крепостью спины, способностью переносить усталость, боль и однообразие.

Если мы посмотрим на древние общества, то увидим, что большая часть человеческой энергии уходила на повторяющиеся физические действия. Нужно было обрабатывать землю, носить воду, молоть зерно, рубить дерево, строить стены, перевозить грузы, шить одежду, охранять скот, собирать урожай. Даже самые простые предметы требовали огромного количества труда. Хлеб начинался не с магазина и не с пекарни, а с тяжелой работы на поле. Одежда начиналась не с

фабрики, а с долгого процесса обработки сырья, прядения, ткачества и ручного шитья. Дом начинался не с строительной компании, а с человеческих рук, глины, камня, дерева и времени.

Поэтому история технологий — это не просто история изобретений. Это история постепенного изменения самой человеческой судьбы. Каждый инструмент, каждая машина, каждый механизм возникали из одного глубокого стремления: сделать так, чтобы человеку не приходилось полностью зависеть от силы собственного тела. Каменный топор усиливал руку. Колесо облегчало перемещение груза. Плуг позволял обрабатывать больше земли. Мельница брала на себя часть работы, которую раньше выполняли люди или животные. Машина становилась посредником между человеком и миром, превращая человеческое усилие в более мощное, более точное и более продолжительное действие.

Но важно понимать: технологии никогда не отменяли труд мгновенно. Они меняли его форму. Когда человек придумал плуг, он не перестал заниматься земледелием, но его труд стал другим. Когда появилась мельница, люди не перестали нуждаться в зерне и муке, но изменилась организация работы. Когда появились фабрики, человек не исчез из производства, но оказался внутри новой системы, где его задача стала частью большого механизма. Роботизация, о которой пойдет речь в этой книге, продолжает тот же исторический процесс. Она не возникает из пустоты и не падает на чело-

вечество как внезапная угроза. Она является продолжением многотысячелетней истории освобождения человека от наиболее тяжелых, однообразных и опасных форм труда.

Первый робот был не похож на работа

Когда современный человек слышит слово «робот», он часто представляет себе человекоподобную машину: металлическое тело, механические руки, искусственный голос, светящиеся глаза. Этот образ создан литературой, кино и массовой культурой. Но если смотреть на историю глубже, то первые шаги к роботизации начались задолго до появления электроники, программирования и искусственного интеллекта. В определенном смысле первый «робот» был не похож на работа. Это мог быть рычаг, колесо, водяная мельница или ткацкий станок.

Суть работа не в том, что он похож на человека. Суть работа в том, что он берет на себя действие, которое раньше выполнял человек. Когда водяное колесо вращало жернова, оно заменяло человеческое усилие. Когда механизм часов самостоятельно двигал стрелки, он выполнял последовательность действий без постоянного вмешательства мастера. Когда музыкальные автоматы XVIII века играли мелодии, а механические фигуры имитировали движения людей и животных, человечество впервые увидело, что машина может не просто усиливать руку, но и воспроизводить заранее задан-

ное поведение.

В древнем мире уже существовали удивительные механические устройства. В Александрии инженер Герон описывал автоматы, работающие с помощью пара, воздуха, воды и системы рычагов. В исламском мире инженеры создавали сложные водяные часы, механические устройства и автоматические системы подачи воды. В XIII веке аль-Джазари описал механизмы, которые сегодня можно рассматривать как важные этапы истории автоматизации: насосы, часы, музыкальные автоматы, устройства с последовательным управлением. Эти машины еще не были роботами в современном смысле, но в них уже присутствовала главная идея: человек может создать систему, которая выполняет определенные действия самостоятельно.

Эта линия особенно важна для серии «ПОКОЛЕНИЕ UZ», потому что научное наследие Мавераннахра также связано не только с абстрактными знаниями, но и с инструментами, измерениями, расчетами, наблюдениями и инженерным мышлением. Обсерватория Улугбека была не просто зданием, где смотрели на небо. Она была технологической системой своего времени, объединявшей математику, архитектуру, астрономические инструменты, коллективную работу ученых и точность измерений. Это был пример того, как человек создает сложный инструмент для расширения возможностей разума.

Современный робот продолжает эту традицию, только в

другой области. Если астрономический инструмент расширял способность человека видеть и измерять Вселенную, то робот расширяет способность человека действовать в материальном мире. Он может поднимать тяжелое, работать в опасной среде, выполнять движение с микронной точностью, не уставать от повторения, не терять концентрацию после тысячи одинаковых операций. В этом смысле робот — не чужой элемент человеческой цивилизации, а ее закономерное продолжение.

Механизация: когда сила перестала быть только человеческой

Первым великим этапом освобождения от труда стала механизация. Она не сделала машины самостоятельными в современном смысле, но изменила баланс между человеком, природой и работой. Человек научился использовать внешние источники энергии: силу животных, воды, ветра, пара, а позднее электричества. Это был радикальный переход. До него пределом работы часто была физическая выносливость человека или животного. После него главным вопросом стало не только то, сколько человек может сделать сам, а то, какую систему он способен построить.

Водяные и ветряные мельницы стали одними из первых массовых примеров передачи труда внешней силе. Они не думали, не принимали решений и не адаптировались к ситу-

ации, но они выполняли работу, которую раньше делали люди. Их значение трудно переоценить. Мельница освобождала время и силы. Она позволяла производить больше муки, обслуживать больше людей, развивать поселения и города. За каждым таким механизмом стояла не только техническая выгода, но и социальное последствие: если часть тяжелой работы выполняет машина, человеческое общество может перераспределить энергию на другие задачи.

Затем пришла паровая машина. Она стала символом промышленной революции не потому, что была просто новым устройством, а потому, что изменила масштаб производства. Паровая энергия позволила строить фабрики, шахты, железные дороги, пароходы. Человек больше не был привязан только к мускулам, рекам или ветрам. Он получил источник силы, который можно было установить там, где нужно было производство. Это изменило географию труда, структуру городов, международную торговлю и саму организацию общества.

Но у механизации была своя цена. Фабричная эпоха освободила человека от части прежнего труда, но одновременно создала новые формы зависимости. Рабочий перестал быть ремесленником, который полностью контролирует процесс изготовления вещи, и стал частью производственной линии. Его труд стал более специализированным, более дисциплинированным, более подчиненным ритму машины. Это важный исторический урок: технология не является автомати-

чески освобождением. Она освобождает человека только тогда, когда общество умеет правильно организовать ее использование.

Для Узбекистана этот урок имеет особое значение. В XX веке промышленное развитие региона было связано с крупными производствами, энергетикой, добычей полезных ископаемых, хлопковой отраслью, машиностроением, транспортом и строительством. Механизация сельского хозяйства и промышленности уже изменила жизнь миллионов людей. Но механизация сама по себе еще не означает технологического лидерства. Она может повысить объем производства, но без знаний, инженерной культуры и постоянного обновления быстро превращается в зависимость от старых систем. Поэтому следующий этап — автоматизация — требует не только машин, но и нового качества человеческого мышления.

Автоматизация: когда машина начала выполнять последовательность действий

Механизация усилила человека, но автоматизация пошла дальше. Она позволила машине выполнять не просто одно действие, а целую последовательность действий по заданному алгоритму. Это был переход от машины как источника силы к машине как организованному исполнителю. В этом переходе уже можно увидеть прямую дорогу к современным

роботам.

Один из важнейших исторических примеров — жаккардовый ткацкий станок, появившийся в начале XIX века. Он использовал перфокарты для управления узором ткани. Для современного читателя это может показаться технической деталью, но на самом деле идея была революционной. Последовательность операций задавалась не только руками мастера, а внешней программой. Станок выполнял сложный рисунок, следуя закодированной инструкции. Эта логика позднее стала одной из основ вычислительной техники: действие машины можно управлять информацией.

Автоматизация изменила отношение человека к производству. Если раньше мастер должен был постоянно контролировать каждое движение, то теперь часть контроля переносилась в устройство, схему, программу, механизм обратной связи. Машина становилась не просто продолжением руки, а носителем определенного порядка. Она могла повторять заданную операцию с одинаковой точностью, не утомляясь и не отвлекаясь. Это особенно важно для промышленности, где качество зависит от стабильности. Человек может быть талантливым, но человек устает. Машина может быть ограниченной, но она повторяет.

В XX веке автоматизация стала основой массового производства. Конвейер Генри Форда часто вспоминают как символ новой индустриальной эпохи. Его значение заключалось не только в скорости сборки автомобилей, но и в глубокой

перестройке труда. Производство было разделено на последовательные операции, каждая из которых выполнялась в строго определенном месте и порядке. Автомобиль перестал быть изделием, собираемым отдельными мастерами от начала до конца, и стал результатом организованной системы. Конвейер показал, что производительность зависит не только от силы машин, но и от архитектуры процесса.

Однако конвейер также выявил противоречие индустриальной автоматизации. С одной стороны, он сделал товары доступнее и дешевле. С другой стороны, он превратил труд многих людей в повторение узких операций. Человек рядом с машиной часто сам становился похожим на элемент механизма. Именно поэтому дальнейшее развитие автоматизации было связано с желанием передать машинам не только тяжелую физическую работу, но и самые однообразные операции, которые истощают внимание, лишают труд смысла и ограничивают развитие человека.

Роботы появляются именно в этой точке исторического напряжения. Они приходят туда, где машина уже организовала процесс, но человеку все еще приходится выполнять повторяющиеся действия внутри этого процесса. Промышленный робот на сборочной линии — это не фантастический пришелец из будущего, а логическое продолжение конвейера. Он берет на себя операцию, которую можно точно описать, измерить, повторить и улучшить. Но в отличие от старого механизма, робот способен быть гибче: его можно пере-

программировать, оснастить датчиками, подключить к цифровой системе управления.

Электричество, электроника и рождение современного робота

Робот в современном смысле стал возможен только тогда, когда соединились несколько технологических линий: электричество, точная механика, электроника, вычислительная техника и программирование. Каждая из этих линий сама по себе была важна, но только вместе они создали машину, способную выполнять сложные управляемые движения.

Электричество дало производству новую гибкость. В отличие от паровой машины, которая часто требовала централизованного источника силы и сложной передачи движения, электродвигатель можно было поставить непосредственно там, где требовалось действие. Это позволило создавать более компактные, точные и управляемые машины. Электрический привод стал сердцем огромного количества автоматизированных систем: от станков до конвейеров, от лифтов до промышленных манипуляторов.

Электроника добавила к силе управление. Реле, датчики, схемы, контроллеры и позднее микропроцессоры позволили машине реагировать на состояние процесса. Она могла остановиться при ошибке, изменить режим, поддерживать температуру, скорость, давление, положение детали. Появилась

обратная связь: машина начала не просто двигаться, а сравнивать заданное состояние с реальным. Это фундаментальная идея автоматизации, без которой невозможно представить современную робототехнику.

В середине XX века появились первые промышленные роботы. Одним из наиболее известных стал Unimate, установленный на заводе General Motors в начале 1960-х годов. Он выполнял опасные и тяжелые операции, связанные с перемещением горячих металлических деталей. Это был важный момент: робот вошел в производство не как игрушка и не как демонстрация инженерного тщеславия, а как практическое решение реальной проблемы. Он мог работать там, где человеку было опасно, тяжело и вредно.

С этого момента промышленная робототехника начала развиваться особенно быстро в тех отраслях, где требовались точность, повторяемость и безопасность. Автомобильная промышленность стала одним из главных полигонов роботизации. Сварка, покраска, перемещение деталей, сборка отдельных узлов — все эти операции постепенно начали выполнять роботы. Их преимущество заключалось не только в скорости, но и в стабильности качества. Робот мог нанести сварной шов одинаково тысячи раз подряд. Он мог работать в среде, где пары краски вредны для человека. Он мог поднимать тяжелые детали без риска травмы позвоночника.

Но современный робот — это не только механическая рука. Это система, в которой соединены тело, органы чувств и

управляющий разум. Телом служат приводы, рычаги, манипуляторы, колеса, гусеницы или другие механические элементы. Органами чувств являются камеры, лидары, датчики давления, температуры, расстояния, силы, положения. Управляющим разумом выступает программное обеспечение, а в более сложных случаях — искусственный интеллект. Поэтому роботизация является не отдельной отраслью, а точкой соединения многих наук: механики, электроники, информатики, материаловедения, математики, промышленного дизайна и когнитивных технологий.

Почему каждая технологическая революция вызывала страх

История освобождения от труда всегда сопровождалась не только надеждой, но и страхом. Это закономерно. Когда человек видит машину, которая выполняет его работу быстрее и дешевле, он не сразу думает о новых профессиях, будущей экономике и долгосрочном росте производительности. Он думает о своем завтрашнем дне, о семье, о зарплате, о достоинстве, о том, останется ли он нужным. Поэтому сопротивление технологиям нельзя считать простым невежеством. В нем есть реальная человеческая тревога.

В начале XIX века в Англии движение луддитов стало символом сопротивления промышленным машинам. Рабочие разрушали ткацкие станки не потому, что ненавидели

прогресс как таковой, а потому, что видели угрозу своему ремеслу и способу жизни. Машины меняли не только производство ткани, но и социальный порядок. Они снижали значение традиционных навыков, усиливали власть фабрикантов, разрушали старые формы занятости. Для людей, оказавшихся внутри этого перехода, будущие выгоды промышленной революции были гораздо менее очевидны, чем немедленные потери.

Похожая тревога возникала и позднее. Автоматические телефонные станции вытеснили телефонисток. Компьютеры изменили бухгалтерию, делопроизводство, инженерные расчеты, издательское дело. Банкоматы изменили работу банковских отделений. Электронная почта изменила почтовую коммуникацию. Интернет изменил торговлю, образование, медиа и рекламу. Каждый раз общество задавало один и тот же вопрос: что будет с людьми, чью работу теперь выполняет машина?

Ответ истории неоднозначен. Нельзя честно сказать, что технологические переходы всегда проходят мягко и безболезненно. Для конкретных людей, семей, городов и отраслей они могут быть тяжелыми. Исчезновение профессии — это не абстрактная статистика, а личная драма человека, который годами учился одному делу и внезапно обнаружил, что рынок больше не нуждается в нем в прежнем виде. Поэтому разговор о роботизации должен быть ответственным. Нельзя сводить его к лозунгу о прогрессе. Нужно видеть и выгоды,

и риски.

Но нельзя игнорировать и другую сторону истории. В долгосрочной перспективе технологии не просто уничтожали рабочие места, а перестраивали структуру труда. Они создавали новые отрасли, новые профессии, новые рынки, новые формы образования. Проблема заключалась не в том, что машины приходили, а в том, успевало ли общество подготовить людей к новой реальности. Там, где образование, предпринимательство и государственная политика отставали, автоматизация усиливала неравенство и социальное напряжение. Там, где общество умело переучивать людей и создавать новые возможности, технологии становились источником роста.

Для Узбекистана этот вывод особенно важен. Роботизация не должна восприниматься как процесс, который когда-нибудь сам придет извне и поставит людей перед фактом. Она должна стать осознанной частью национального развития. Если страна заранее готовит инженеров, техников, операторов автоматизированных систем, программистов, специалистов по обслуживанию оборудования, преподавателей технических дисциплин и предпринимателей, автоматизация становится не угрозой, а ресурсом. Если же общество ждет, пока изменения произойдут сами, оно рискует оказаться не создателем технологий, а их пассивным потребителем.

Узбекистан между демографией, промышленностью и автоматизацией

Узбекистан входит в XXI век с важным преимуществом — молодым населением. Молодежь может стать главным ресурсом развития страны, если получит образование, навыки и возможность участвовать в создании новой экономики. Но молодое население само по себе не гарантирует успеха. В эпоху автоматизации количество людей перестает быть единственным фактором экономической силы. Решающим становится качество человеческого капитала: способность учиться, работать с технологиями, создавать сложные системы и быстро адаптироваться к новым условиям.

Роботизация часто ассоциируется со странами, где не хватает рабочих рук или где население стареет. Япония, Южная Корея, Германия и некоторые другие развитые экономики активно внедряют роботов, потому что им нужно поддерживать производство при высокой стоимости труда и демографических ограничениях. Узбекистан находится в иной ситуации, но это не означает, что автоматизация ему не нужна. Напротив, она необходима для повышения производительности, качества продукции и конкурентоспособности на мировых рынках.

Если предприятие производит товар медленно, с большим количеством брака и высокой зависимостью от ручных

операций, ему трудно конкурировать с современными фабриками других стран. Даже при наличии трудолюбивых работников такое производство ограничено. Оно может быть дешевым, но не всегда точным. Оно может быть массовым, но не всегда стабильным. Автоматизация позволяет перейти от модели дешевого труда к модели умного производства, где ценность создается не только руками, но и инженерией, данными, управлением качеством и технологической культурой.

Для Узбекистана особенно важны отрасли, где автоматизация может дать мощный эффект: текстильная промышленность, сельское хозяйство, переработка сырья, логистика, строительство, добывающая промышленность, энергетика, производство строительных материалов, электротехника и электроника. В каждой из этих сфер есть операции, которые можно сделать точнее, безопаснее и эффективнее с помощью автоматизированных систем. Но успех зависит не только от покупки оборудования. Робот без подготовленной команды превращается в дорогую железную конструкцию. Автоматизация требует людей, которые понимают процесс, умеют обслуживать системы, анализировать данные, предотвращать сбои и улучшать производство.

Здесь возникает прямая связь между книгами производственного раздела серии. «Инженер будущего» показывает человека, способного проектировать новые решения. «Умная фабрика» описывает среду, где производство становится

цифровым и связанным. «Роботы и автоматизация» раскрывает, кто и как будет выполнять действия внутри этой среды. Вместе эти книги формируют одну мысль: промышленное будущее Узбекистана зависит не только от заводов, но и от способности страны соединить образование, инженерную культуру, искусственный интеллект и реальные производственные задачи.

Освобождение от труда или освобождение для развития

Главная ошибка в разговоре о роботах заключается в том, что освобождение от труда часто понимают слишком буквально. Людям кажется, что если машина выполняет работу, человек становится лишним. Но в истории цивилизации освобождение от одного вида труда почти всегда означало появление возможности для другого вида деятельности. Когда машины взяли на себя часть сельскохозяйственных операций, миллионы людей смогли перейти в промышленность, образование, науку, медицину, управление, творчество и сферу услуг. Когда компьютеры автоматизировали расчеты, они не уничтожили мышление, а открыли новые области — от программирования до биоинформатики, от цифрового дизайна до космического моделирования.

Освобождение рук не означает освобождение от ответственности. Наоборот, чем больше работы выполняют ма-

шины, тем выше становится ответственность человека за цели, принципы и последствия их использования. Робот может сварить деталь, но он не решает, зачем производится этот объект и как производство влияет на общество. Автоматизированная система может распределять товары на складе, но человек определяет экономическую модель, правила безопасности, условия труда и экологические стандарты. Искусственный интеллект может оптимизировать процесс, но именно человек должен понимать, что нельзя оптимизировать прибыль ценой человеческого достоинства.

Поэтому роботизация должна рассматриваться не как техническая мода, а как культурный и цивилизационный экзамен. Она проверяет, насколько общество способно использовать силу машин для развития человека, а не для его обесценивания. Если автоматизация приводит только к сокращению затрат и росту прибыли узкого круга владельцев, она вызывает сопротивление и страх. Если она сопровождается образованием, новыми возможностями, ростом безопасности, повышением качества жизни и участием людей в более сложной работе, она становится настоящим прогрессом.

В этом смысле наследие Улугбека важно не как украшение исторической памяти, а как ориентир. Улугбек и ученые его круга стремились к точности, знанию, расчету, наблюдению и пониманию закономерностей мира. Они создавали инструменты не ради инструментов, а ради расширения горизонта человеческого разума. Современный Узбеки-

стан может продолжить эту линию в новой сфере: создавать и использовать машины не ради бездушной автоматизации, а ради умного общества, где технологии помогают человеку раскрывать способности.

Великая история освобождения от труда еще не закончена. Она продолжается в каждом роботе, который берет на себя опасную операцию; в каждом автоматизированном складе, где данные управляют движением товаров; в каждом агродроне, который помогает фермеру видеть состояние поля; в каждой производственной линии, где качество контролируется сенсорами; в каждой школе, где ребенок учится не бояться технологий, а понимать их. И главный вопрос этой истории остается открытым: сумеем ли мы сделать так, чтобы машины работали больше, а человек становился не менее нужным, а более свободным, образованным и созидательным?

Глава 2. Что такое робот на самом деле

Машина, которая действует

Слово «робот» кажется современным, но само человеческое желание создать искусственного помощника намного старше электроники, программирования и искусственного интеллекта. Люди давно мечтали о машине, которая могла бы не просто стоять рядом с человеком как инструмент, а действовать вместо него. Не просто усиливать руку, как молоток. Не просто перевозить груз, как телега. Не просто вращаться под действием воды или пара, как мельница. А выполнять определенную работу в мире вещей, материалов, движений и препятствий.

Именно поэтому понять робота труднее, чем кажется. Робот — это не обязательно человекоподобная фигура с металлическим лицом. Более того, большинство реальных роботов совсем не похожи на человека. Промышленный робот может выглядеть как большая механическая рука за защитным ограждением. Складской робот может быть низкой платформой на колесах, которая перевозит стеллажи. Медицинский робот может быть системой точных манипуляторов,

управляемых хирургом. Агродрон может летать над полем и собирать данные о состоянии растений. Автономный трактор может выглядеть как обычная сельскохозяйственная машина, но действовать с высокой степенью самостоятельности.

Если искать самое простое определение, робот — это машина, способная воспринимать окружающую среду, выполнять физические действия и в той или иной степени управлять своим поведением с помощью программы. В этом определении важны все три части. Робот должен иметь связь с реальным миром через датчики или заранее заданные параметры. Он должен воздействовать на этот мир через движение, захват, перемещение, обработку, измерение или другую операцию. И он должен быть управляем не только прямой силой человека, но и некоторой системой команд, алгоритмов или решений.

Эта тройственная природа отличает робота от обычной машины. Электродрель не является роботом, потому что сама по себе она не принимает решений и не выполняет задачу без человека. Конвейер может быть частью автоматизированной системы, но не каждый конвейер является роботом. Компьютер может обладать мощным искусственным интеллектом, но без физического тела он остается вычислительной системой, а не роботом. Робот возникает там, где интеллект, механизм и действие соединяются в одну систему.

Это различие особенно важно в эпоху, когда слово «ро-

бот» часто используется слишком широко. Иногда роботами называют программы, чат-боты, торговые алгоритмы или автоматические сервисы. В повседневной речи это допустимо, но для понимания робототехники необходимо различать программную автоматизацию и физическую роботизацию. Программа может обработать документ, написать текст, распознать изображение или рассчитать маршрут. Робот может взять деталь, переместить коробку, обработать поверхность, провести измерение, внести препарат, собрать урожай или выполнить действие в пространстве. Он находится на границе между цифровым и материальным миром.

Тело робота: механика как продолжение руки

У каждого робота есть тело, даже если оно не похоже на человеческое. Это тело может состоять из металлических звеньев, колес, гусениц, винтов, шарниров, приводов, захватов, камер, кабелей, корпусов и инструментов. В промышленности тело робота чаще всего проектируется не ради красоты, а ради функции. Его форма подчинена задаче: поднять, повернуть, удержать, сварить, покрасить, просверлить, переместить, измерить, разрезать или собрать.

Человеческая рука универсальна. Она может держать ложку, писать ручкой, поднимать кирпич, играть на музыкальном инструменте, чинить механизм и гладить ребенка по голове. Но универсальность руки имеет пределы. Рука

устаёт, дрожит, ошибается, не может без вреда для здоровья повторять одно и то же движение десятки тысяч раз в сутки. Промышленный манипулятор не обладает человеческой гибкостью в полном смысле, но в своей области он превосходит человека по точности, силе, повторяемости и устойчивости.

Механическая рука промышленного робота устроена вокруг понятия степеней свободы. Чем больше у робота осей движения, тем сложнее траектории, которые он может выполнять. Простая система может двигаться только вперед-назад или вверх-вниз. Более сложный робот способен поворачивать основание, поднимать плечо, сгибать локоть, вращать запястье, менять угол инструмента и точно позиционировать рабочий орган в пространстве. Именно эта кинематическая гибкость позволяет роботу выполнять сварку кузова автомобиля, укладывать детали на линию, наносить покрытие или собирать электронные компоненты.

Но тело робота — это не только манипулятор. В мобильной робототехнике главную роль играет способность перемещаться. Складские роботы ездят по полу логистических центров, ориентируясь по картам, меткам, лидарам или камерам. Роботы-доставщики должны учитывать людей, двери, бордюры, лестницы, дорожки и неожиданные препятствия. Дроны должны удерживаться в воздухе, сопротивляться ветру, рассчитывать траекторию, экономить заряд батареи и безопасно возвращаться на базу. Подводные роботы

действуют в среде, где давление, видимость и связь создают совершенно иные инженерные ограничения.

Форма робота всегда является ответом на вопрос: в какой среде он должен работать? Для фабрики нужен один тип конструкции, для поля — другой, для больницы — третий, для космоса — четвертый. Именно поэтому человекоподобный робот, который привлекает внимание публики, далеко не всегда является самым практичным решением. Если задача состоит в перемещении ящиков на складе, низкая платформа может быть эффективнее робота с ногами. Если задача состоит в сварке, механическая рука с точным инструментом лучше искусственного подобия человека. Инженерия не обязана копировать природу, если может найти более рациональную форму.

Органы чувств машины

Чтобы действовать в мире, робот должен хотя бы в минимальной степени воспринимать этот мир. Без восприятия он превращается в слепой механизм, который повторяет движение независимо от обстоятельств. Такой механизм может работать в идеально предсказуемой среде, но реальный мир редко бывает идеальным. Деталь может лежать немного иначе. Человек может войти в рабочую зону. Коробка может оказаться поврежденной. Поле может иметь неровности. Пациент может непроизвольно пошевелиться. Поэтому современ-

менная робототехника невозможна без сенсоров.

Сенсоры являются органами чувств робота. Камеры позволяют видеть форму, цвет, контуры, движение и расположение объектов. Лидары измеряют расстояние с помощью лазерных лучей и помогают строить карту пространства. Ультразвуковые датчики обнаруживают препятствия. Датчики силы позволяют понять, насколько сильно робот давит на объект. Датчики положения сообщают системе, где находится каждый элемент механизма. Температурные, химические, вибрационные и другие датчики расширяют восприятие робота в зависимости от задачи.

Но наличие сенсоров само по себе еще не делает робота умным. Камера просто получает изображение. Важно, как система это изображение интерпретирует. Человек видит чашку на столе не как набор пикселей, а как объект с формой, назначением и возможным действием: ее можно взять, наполнить водой, передвинуть, разбить, подарить, забыть. Для робота даже простое распознавание предмета долгое время было сложной задачей. Он должен выделить объект из фона, определить его положение, оценить расстояние, понять, как к нему подойти и как взаимодействовать с ним без повреждения.

Именно здесь робототехника начинает соединяться с искусственным интеллектом. Компьютерное зрение позволяет машине распознавать объекты, лица, жесты, дорожные знаки, дефекты продукции, спелость плодов, положение дета-

лей на конвейере. Машинное обучение помогает системам улучшать качество распознавания на основе большого количества примеров. Алгоритмы планирования движения рассчитывают траекторию так, чтобы робот достиг цели и не столкнулся с препятствиями. Чем сложнее среда, тем важнее становится способность робота не просто получать данные, а превращать их в осмысленное действие.

В промышленности долгое время стремились сделать среду максимально предсказуемой. Детали подавались в одном положении, линии были ограждены, люди не входили в зону работы робота, операции были строго повторяемыми. Такой подход позволял использовать роботов с ограниченным восприятием. Но по мере развития технологий возникает новый класс систем — роботы, способные работать в менее упорядоченном мире. Они могут сотрудничать с человеком, ориентироваться на складе, анализировать поле, помогать врачу, исследовать опасную территорию. Чем больше робот выходит из клетки заранее организованного производства, тем больше ему нужны «органы чувств».

Программа как невидимая инструкция

Если тело робота отвечает за действие, а сенсоры — за восприятие, то программа отвечает за порядок поведения. Она определяет, что робот должен делать, в какой последовательности, при каких условиях остановиться, как реагиро-

вать на ошибку, как учитывать данные датчиков и как достигать цели. Без программы робот остается набором деталей. Программа превращает механизм в исполнителя.

В ранней промышленной робототехнике программирование часто означало точное задание траектории. Роботу показывали или задавали координаты: переместись сюда, поверни инструмент под таким углом, опустишь на такую высоту, выполни операцию, вернись в исходное положение. Такая система хорошо работает, если среда не меняется. Например, если кузов автомобиля всегда находится в одном положении, робот может повторять сварочные точки с высокой точностью. Если же объект каждый раз лежит по-разному, простого повторения траектории уже недостаточно.

Современное программирование роботов становится более гибким. Вместо жесткого списка движений система может работать с целями и условиями. Не просто «перемести руку в точку А», а «найди объект, оцени его положение, выбери способ захвата, перенеси в заданную зону и проверь результат». Это требует другой логики управления. Робот должен соединять данные сенсоров, модель окружающего пространства, алгоритмы движения и правила безопасности. Чем выше уровень автономности, тем меньше робот похож на музыкальную шкатулку, повторяющую заранее записанную мелодию, и тем больше он похож на участника сложного процесса.

Однако важно не преувеличивать самостоятельность со-

временных роботов. Большинство из них не обладают сознанием, намерениями или человеческим пониманием ситуации. Они действуют в пределах заданных алгоритмов, моделей и обучающих данных. Даже самые продвинутые системы не «хотят» выполнить задачу в человеческом смысле. Они оптимизируют движение, распознают паттерны, следуют программе, оценивают вероятность, реагируют на сигналы. Это делает их мощными инструментами, но не превращает в людей.

Такое понимание необходимо для зрелого отношения к роботизации. Одни люди боятся роботов как будущих хозяев мира, другие восхищаются ими как почти живыми существами. И страх, и восторг часто возникают из непонимания. Робот не является магическим существом. Это инженерная система. Его возможности велики, но ограничены. Его сила зависит от качества конструкции, программного обеспечения, данных, обслуживания и правильного применения. Чем лучше общество понимает эту реальность, тем меньше оно подвержено фантазиям и тем эффективнее использует технологии.

Робот, автомат и искусственный интеллект

Чтобы говорить о будущем труда, нужно различать несколько близких, но не одинаковых понятий: машина, автомат, робот и искусственный интеллект. Машина усиливает

ет или преобразует действие. Автомат выполняет заранее заданную последовательность операций без постоянного участия человека. Робот действует в физическом мире, используя механическое тело и систему управления. Искусственный интеллект анализирует данные, распознает закономерности, помогает принимать решения или генерировать результат в цифровой среде.

Эти понятия могут пересекаться. Робот может быть автоматом, если он выполняет повторяющуюся операцию. Робот может использовать искусственный интеллект, если ему нужно распознавать объекты или адаптироваться к ситуации. Искусственный интеллект может работать без робота, например в системе медицинской диагностики, переводчике, поисковой системе или образовательной платформе. Автомат может не быть роботом, если он не обладает гибким физическим действием. Различие важно потому, что разные технологии по-разному влияют на труд.

Например, автоматическая линия розлива напитков может выполнять тысячи операций в час, но ее поведение жестко организовано. Она эффективна при массовом производстве стандартного продукта. Промышленный робот-манипулятор может быть перепрограммирован под разные операции, если его конструкция и инструменты позволяют это сделать. Мобильный робот на складе должен учитывать постоянно меняющуюся среду. А система искусственного интеллекта, управляющая логистикой, может распределять за-

дания между роботами, анализировать заказы, прогнозировать нагрузку и оптимизировать маршруты.

В будущем наиболее важными станут не отдельные роботы, а роботизированные системы. Один робот сам по себе может выполнять ограниченную задачу. Но десятки, сотни или тысячи роботов, соединенных с цифровой платформой, датчиками, искусственным интеллектом, складами, транспортом и производственными линиями, создают новую инфраструктуру. Такая система уже не просто заменяет отдельного работника. Она меняет саму архитектуру предприятия.

Именно поэтому разговор о роботах не должен сводиться к вопросу, похожи ли они на людей. Гораздо важнее понять, как они включены в процессы. Робот на заводе является частью производственной цепочки. Робот на складе — частью логистической системы. Робот в больнице — частью медицинского процесса. Робот в сельском хозяйстве — частью агротехнологической модели, связанной с данными о почве, воде, погоде, семенах и урожайности. Будущее принадлежит не одиночным машинам, а сетям машин, людей и данных.

Почему роботу трудно делать простые для человека вещи

Один из самых интересных парадоксов робототехники заключается в том, что роботу часто легче выполнить задачу, которая человеку кажется сложной, чем задачу, которая че-

ловеку кажется простой. Промышленный робот может сваривать металл с огромной точностью, поднимать тяжелые детали и повторять движение тысячи раз. Но попросить универсального робота аккуратно убрать обычную комнату, разложить разные предметы, приготовить еду, понять беспорядок на столе и безопасно взаимодействовать с детьми или пожилыми людьми — это уже гораздо более сложная задача.

Причина в том, что человеческий мозг и тело решают огромное количество задач незаметно для нас самих. Когда человек берет чашку, он мгновенно оценивает ее форму, вес, материал, положение, хрупкость, расстояние, силу захвата, возможное скольжение, наличие жидкости внутри. Он делает это без математических расчетов в сознании. Для робота же каждая такая операция должна быть представлена через датчики, модели, алгоритмы и управление движением. То, что для человека является естественным опытом тела, для машины становится сложной инженерной задачей.

Эта проблема показывает, почему реальный мир гораздо труднее заводского цеха. На фабрике можно стандартизировать детали, освещение, расстояния, скорость движения, последовательность операций. В доме, больнице, школе, саду, на улице или в поле среда меняется постоянно. Предметы имеют разные формы. Люди ведут себя непредсказуемо. Поверхности могут быть скользкими, мягкими, грязными, неровными. Освещение меняется. Погода влияет на движение. Поэтому универсальный бытовой робот является более

сложной задачей, чем может показаться человеку, привыкшему к фантастическим фильмам.

Это не означает, что такие роботы невозможны. Напротив, развитие сенсоров, искусственного интеллекта, новых материалов и вычислительных систем постепенно расширяет их возможности. Но путь к ним требует огромного количества исследований. Робототехника учит нас скромности: мы начинаем понимать, насколько сложны даже самые обычные человеческие действия. Ходьба, хватание, равновесие, ориентация, забота о другом человеке, понимание контекста — все это оказывается результатом глубокой биологической и культурной эволюции.

Для образования это имеет важное значение. Когда школьник собирает простого робота на уроке или в кружке, он не просто играет с деталями. Он начинает понимать, что движение требует расчета, датчик требует интерпретации, ошибка требует анализа, а задача требует разложения на шаги. Робототехника развивает инженерное мышление именно потому, что соединяет абстрактную логику с физическим миром. Код перестает быть невидимой строкой на экране и превращается в движение колеса, поворот сервопривода, реакцию на препятствие, измерение расстояния.

Роботы как зеркало человеческого мышления

Робот является не только инструментом, но и зеркалом.

Он показывает, как человек понимает труд, движение, интеллект, ответственность и собственное место в мире. Создавая робота, мы вынуждены точно формулировать задачу. Что значит «убрать»? Что значит «аккуратно»? Что значит «безопасно»? Что значит «помочь»? Что значит «успешно выполнить операцию»? Пока человек действует сам, многие смыслы остаются неявными. Но когда мы передаем действие машине, нам приходится превращать опыт в правила, параметры, алгоритмы и критерии.

Именно поэтому роботизация меняет не только производство, но и культуру управления. Предприятие, которое хочет внедрить роботов, должно сначала понять собственные процессы. Нельзя автоматизировать хаос, не превратив его в систему. Если детали поступают нерегулярно, стандарты качества не описаны, сотрудники действуют по привычке, документация неточна, а сбои решаются вручную в последнюю минуту, роботизация становится болезненной. Робот требует ясности. Он заставляет людей описать то, что раньше держалось на устной традиции, опыте отдельных мастеров и импровизации.

В этом состоит скрытая ценность автоматизации. Даже до установки первого робота предприятие начинает меняться, если серьезно готовится к роботизации. Оно анализирует потоки материалов, стандартизирует операции, улучшает безопасность, собирает данные, обучает персонал, перестраивает рабочие места. Робот становится поводом для интеллек-

туализации производства. Он требует не только денег, но и дисциплины мышления.

Для Узбекистана это может стать важным шагом от экономики выполнения к экономике проектирования. Если страна хочет не просто использовать готовые машины, а создавать собственные технологические решения, ей необходимо развивать культуру точного описания процессов. Инженер должен видеть не только железо, но и систему. Предприниматель должен понимать не только рынок, но и технологическую архитектуру своего производства. Учитель должен показывать ученику не только формулу, но и ее связь с реальным действием. Робототехника соединяет эти уровни в одной практике.

В конечном счете робот отвечает на вопрос не о том, насколько умной может быть машина, а о том, насколько осознанным может стать человек. Машина выполняет то, что мы сумели понять, описать, измерить и организовать. Чем сложнее роботы, тем больше они требуют от нас ясности, знаний и ответственности. Поэтому настоящий робот — это не фантастический металлический двойник человека. Это созданная человеком система действия, в которой отражается уровень нашей науки, инженерии, образования и культуры будущего.

Глава 3. Почему мир начал роботизироваться именно сейчас

**Технология созревает не тогда,
когда ее впервые придумали**

Многие великие технологии появляются в воображении человека задолго до того, как становятся частью повседневной жизни. Идея летающей машины существовала веками до появления авиации. Мечта о разговоре на расстоянии возникла задолго до телефона. Образы искусственных помощников встречались в мифах, легендах, инженерных трактатах и художественной литературе намного раньше, чем появились промышленные роботы. Но между мечтой и массовым применением всегда лежит длинный путь: путь материалов, энергии, точности, вычислений, стоимости, безопасности и общественной готовности.

Роботизация не началась внезапно. Промышленные роботы работают на заводах уже несколько десятилетий, а автоматизированные линии давно стали частью современной экономики. Однако долгое время роботы оставались дорогими, сложными и узкоспециализированными машинами, доступными в основном крупным корпорациям и высокотех-

нологичным отраслям. Их внедрение требовало огромных инвестиций, специально подготовленных инженеров, жестко организованного пространства и стабильных производственных процессов. Робот был мощным инструментом, но не универсальным решением.

Сегодня ситуация меняется. Мир подошел к моменту, когда сразу несколько технологических, экономических и социальных факторов начали действовать одновременно. Роботы стали дешевле, точнее, умнее и безопаснее. Сенсоры стали доступнее. Компьютеры стали мощнее. Искусственный интеллект научился распознавать изображения, прогнозировать процессы и помогать машинам действовать в более сложной среде. Предприятия начали собирать больше данных. Глобальная конкуренция усилилась. Во многих странах возник дефицит рабочих рук, а в других странах появилась необходимость резко повысить производительность труда.

Именно сочетание факторов делает нынешний этап особенным. Если бы развивалась только механика, но не было бы дешевой электроники, роботы оставались бы дорогими машинами для крупных заводов. Если бы был искусственный интеллект, но не было бы надежных приводов и сенсоров, он оставался бы цифровым разумом без тела. Если бы существовали роботы, но не было бы экономической необходимости повышать производительность, их внедрение шло бы медленно. Технологии становятся массовыми не тогда, когда изобретена одна деталь, а тогда, когда созревает целая

экосистема.

Поэтому вопрос «почему роботы приходят именно сейчас?» нельзя свести к одной причине. Дело не только в искусственном интеллекте, не только в стоимости труда, не только в конкуренции и не только в научном прогрессе. Роботизация стала ответом на новую структуру мира, где скорость, точность, качество, безопасность и гибкость производства приобретают решающее значение. Машины начинают работать больше не потому, что человек стал ненужным, а потому что сама экономика стала слишком сложной, быстрой и требовательной для старых методов организации труда.

Цена ошибки стала слишком высокой

В традиционном производстве многое зависело от терпения, опыта и мастерства человека. Хороший рабочий мог на глаз определить дефект, опытный мастер чувствовал материал, инженер понимал поведение оборудования по звуку, вибрации или запаху. Такие навыки остаются ценными и сегодня, но современная экономика предъявляет к качеству совершенно иной уровень требований. Когда продукция выпускается миллионами единиц, даже малая ошибка превращается в огромные потери. Когда детали входят в сложные системы — автомобили, самолеты, медицинское оборудование, электронику, энергетические установки, — неточность становится не просто производственным браком, а угрозой

безопасности.

Роботы пришли в промышленность прежде всего туда, где требовалась высокая повторяемость. Человеку трудно выполнить одно и то же движение с одинаковой точностью тысячи раз подряд. Даже внимательный и дисциплинированный работник устает, отвлекается, ошибается, меняет темп. Робот, правильно настроенный и обслуживаемый, способен повторять операцию в стабильных пределах гораздо дольше. Для многих отраслей это оказалось решающим преимуществом. Сварка, покраска, резка, дозирование, упаковка, сортировка, перемещение деталей — все эти операции выигрывают от точности и повторяемости.

Но дело не только в качестве продукции. Цена ошибки выросла и в организационном смысле. Глобальные цепочки поставок работают с огромной скоростью. Завод может получать комплектующие из разных стран, отправлять продукцию на несколько рынков, зависеть от сроков доставки, валютных колебаний, требований клиентов и международных стандартов. Если один участок производства работает нестабильно, это влияет на всю цепочку. Автоматизация позволяет сделать процесс более предсказуемым, измеряемым и управляемым. Предприятие получает не только машину, но и данные о работе этой машины: сколько произведено, где возник сбой, почему появилась задержка, какой элемент требует обслуживания.

Современный потребитель также изменил требования к

производству. Раньше массовая индустрия строилась вокруг принципа: один стандартный продукт для огромного рынка. Сегодня рынки становятся более разнообразными. Люди хотят разные модели, размеры, цвета, комплектации, индивидуальные характеристики, быструю доставку и стабильное качество. Это требует не только массовости, но и гибкости. Старые жесткие линии плохо приспособлены к постоянным изменениям. Новые роботизированные системы могут быстрее перенастраиваться, работать с разными партиями продукции и сочетать масштаб с индивидуализацией.

Именно поэтому роботизация становится не роскошью, а инструментом выживания в конкурентной среде. Предприятие, которое работает медленно и непредсказуемо, постепенно теряет рынок. Страна, чья промышленность не умеет обеспечивать стабильное качество, оказывается поставщиком сырья или простых товаров с низкой добавленной стоимостью. Роботы в этой логике — не символ фантастического будущего, а средство перехода к более зрелой экономике, где ценность создается точностью, инженерией, стандартами и управляемостью.

Демография меняет экономику труда

Одна из причин ускорения роботизации связана с демографией. В ряде развитых стран население стареет, а количество людей трудоспособного возраста сокращается. Это

означает, что экономика сталкивается с нехваткой работников не только в высокотехнологичных сферах, но и в обычных производственных, логистических, медицинских и сервисных профессиях. Когда рабочих рук становится меньше, а потребности общества остаются высокими, предприятия начинают искать способы выполнять больше работы меньшим числом людей. Роботы становятся одним из ответов на этот вызов.

Япония часто приводится как пример страны, где роботизация связана с демографическим давлением. Старение населения заставляет развивать автоматизацию в промышленности, уходе за пожилыми людьми, транспорте и сфере услуг. Южная Корея активно внедряет промышленных роботов, стремясь поддерживать высокую производительность и технологическое лидерство. Германия использует автоматизацию как часть своей инженерной и производственной культуры, особенно в машиностроении и автомобилестроении. В этих странах роботизация не является только технологическим увлечением. Она стала способом сохранить экономическую силу в условиях дорогого труда, высокой конкуренции и демографических ограничений.

На первый взгляд может показаться, что для Узбекистана этот аргумент менее важен, потому что страна обладает молодым населением. Но это поверхностный взгляд. Молодежь действительно является огромным преимуществом, однако в XXI веке решает не только количество работников,

но и производительность каждого человека. Если один специалист с помощью автоматизированной системы способен управлять процессом, который раньше требовал десятков исполнителей, экономика получает совершенно иной уровень эффективности. Молодое население становится настоящим ресурсом только тогда, когда оно соединяется с образованием, технологиями и современной организацией труда.

Кроме того, демография создает не только возможности, но и ответственность. Большое молодое поколение нуждается в качественных рабочих местах, профессиональном росте и перспективах. Если экономика опирается только на низкооплачиваемый ручной труд, она не может дать молодежи высокий уровень жизни и интеллектуальное развитие. Автоматизация позволяет создавать новые типы занятости: оператор роботизированной линии, техник по обслуживанию автоматизированных систем, инженер по данным производства, специалист по промышленной безопасности, разработчик цифровых моделей, преподаватель технических дисциплин. Эти профессии требуют более высокой подготовки, но и дают больше возможностей.

Поэтому для Узбекистана роботизация не противоречит интересам молодежи. Напротив, она может стать способом поднять качество труда. Главная задача состоит в том, чтобы молодые люди не оказались вытесненными технологиями, а стали их хозяевами, операторами, разработчиками и улучшателями. Если страна готовит поколение, способное рабо-

тать с роботами, она превращает демографическое преимущество в технологическое. Если же образование отстает, даже молодое население может оказаться уязвимым перед глобальной автоматизацией.

Искусственный интеллект дал роботам новое зрение

Долгое время роботы были сильными, точными и быстрыми, но плохо понимали изменчивую среду. Они хорошо работали там, где все заранее организовано: деталь подается в одном положении, линия движется с известной скоростью, люди не входят в опасную зону, освещение стабильно, операция повторяется. Такая робототехника была эффективной, но ограниченной. Чтобы робот вышел за пределы строго контролируемого пространства, ему требовалась способность воспринимать мир и принимать более гибкие решения.

Развитие искусственного интеллекта стало одним из главных ускорителей современной роботизации. Особенно важным оказалось компьютерное зрение. Камера сама по себе не делает робота умным, так же как глаз без мозга не создает понимания. Но алгоритмы распознавания изображений позволяют машине определять объекты, читать маркировку, замечать дефекты, оценивать положение деталей, различать людей и препятствия. Это резко расширяет сферу применения

роботов, потому что теперь они могут работать не только с идеально одинаковыми объектами, но и с более разнообразной реальностью.

На складах системы компьютерного зрения помогают роботам ориентироваться среди стеллажей, товаров и людей. В сельском хозяйстве они позволяют анализировать состояние растений, выявлять болезни, оценивать зрелость плодов и определять участки, где требуется полив или обработка. В медицине роботизированные системы могут поддерживать врача в точных манипуляциях, а алгоритмы анализа изображений помогают выявлять патологические изменения. В промышленности машинное зрение используется для контроля качества, сортировки, позиционирования деталей и предотвращения ошибок сборки.

Но искусственный интеллект влияет не только на зрение роботов. Он помогает планировать движение, прогнозировать поломки, оптимизировать маршруты, распределять задачи между машинами, анализировать данные производства. На умной фабрике робот может быть не отдельным устройством, а частью цифровой системы, где информация постоянно циркулирует между станками, складами, сенсорами, программами планирования и людьми. Такая среда позволяет не просто автоматизировать отдельное движение, а управлять целым производственным организмом.

Тем не менее важно сохранять трезвость. Искусственный интеллект не превращает робота в человека. Он не дает ма-

шине человеческого сознания, жизненного опыта или морального понимания. Он расширяет способность системы находить закономерности и выбирать действия в рамках заданных целей. Поэтому ответственность остается на человеке. Инженер определяет параметры системы. Руководитель определяет условия применения. Законодатель устанавливает рамки безопасности. Общество решает, какие задачи можно передавать машинам, а какие требуют человеческого контроля.

Сенсоры, батареи и материалы стали доступнее

Иногда большие технологические перемены происходят не потому, что появляется одна великая идея, а потому что множество малых компонентов становятся достаточно дешевыми и надежными. Роботизация ускорила именно так. Сенсоры, которые раньше были дорогими и редкими, сегодня массово производятся для смартфонов, автомобилей, бытовой техники, дронов, медицинских устройств и промышленного оборудования. Камеры, гироскопы, акселерометры, датчики расстояния, температуры, давления и движения стали частью современной технологической среды.

Это изменило экономику робототехники. Если робот должен воспринимать мир, ему нужны органы чувств. Когда каждый датчик стоит дорого, робот получается сложным и недоступным. Когда сенсоры дешевеют, появляется возмож-

ность создавать более разнообразные системы. Робот-пылесос, который сегодня воспринимается как бытовое устройство, стал возможен благодаря сочетанию недорогих датчиков, компактных электродвигателей, аккумуляторов и программного управления. Дроны стали массовыми не потому, что идея полета была новой, а потому что сошлись легкие материалы, батареи, миниатюрные камеры, навигация и вычисления.

Батареи играют особую роль в развитии мобильных роботов. Стационарный промышленный манипулятор может получать энергию от сети, но мобильная машина должна нести источник питания с собой. Чем лучше аккумуляторы, тем дольше робот может работать, тем легче его конструкция и тем шире область применения. Электромобили, дроны, складские роботы, автономные тележки, сервисные роботы — все они зависят от прогресса в хранении энергии. Поэтому развитие робототехники связано не только с программированием, но и с химией, материаловедением и энергетикой.

Материалы также изменили возможности машин. Легкие сплавы, композиты, прочные пластики, новые покрытия, гибкие элементы, точные подшипники и миниатюрные компоненты позволяют создавать роботов разных размеров и форм. В промышленности прочность и жесткость важны для точности. В медицине важны стерильность, биосовместимость и плавность движения. В сельском хозяйстве важны устойчивость к пыли, влаге, температуре и механическим

нагрузкам. В каждом случае материал определяет, сможет ли робот работать в реальной среде, а не только в лаборатории.

Доступность компонентов особенно важна для развивающихся стран. Раньше робототехника могла казаться областью, закрытой для тех, кто не обладает гигантскими научными центрами и огромными корпорациями. Сегодня школьные и университетские лаборатории могут собирать учебных роботов, стартапы могут создавать прототипы, небольшие предприятия могут внедрять отдельные автоматизированные решения. Конечно, между учебным набором и промышленным роботом огромная дистанция, но сама возможность практического входа в технологию стала шире. Это открывает для Узбекистана шанс формировать инженерную культуру снизу — через школы, кружки, университеты, технопарки и реальные производственные задачи.

Глобальная конкуренция ускоряет автоматизацию

В современном мире предприятия конкурируют не только с соседними фабриками, но и с компаниями из других стран. Товар, произведенный в одном регионе, может соперничать с продукцией, созданной за тысячи километров. Покупатель сравнивает цену, качество, срок доставки, надежность, дизайн, экологичность и сервис. В такой среде производство не может оставаться медленным, неточным и плохо управляе-

мым. Автоматизация становится способом соответствовать международным требованиям.

Для стран, стремящихся перейти от сырьевой или простой производственной модели к экономике с высокой добавленной стоимостью, это особенно важно. Низкая стоимость труда может дать временное преимущество, но она не создает долгосрочного технологического лидерства. Если страна конкурирует только дешевой рабочей силой, она оказывается в уязвимом положении: всегда найдется регион, где труд еще дешевле, или компания, которая автоматизирует процесс и снизит издержки без потери качества. Настоящая устойчивость возникает тогда, когда страна умеет производить сложнее, точнее и умнее.

Роботизация помогает решать эту задачу, но не автоматически. Купить робота проще, чем построить промышленную культуру, в которой робот действительно приносит пользу. Если предприятие внедряет автоматизацию без анализа процессов, без обучения персонала, без системы обслуживания и без понимания экономической цели, результат может разочаровать. Робот не спасает плохую организацию. Он усиливает то, что уже является системой. Поэтому успешная роботизация требует дисциплины, стандартизации, данных, инженерной ответственности и готовности менять привычные методы работы.

Мировая практика показывает, что самые сильные производственные экономики делают ставку не просто на коли-

чество роботов, а на интеграцию технологий. Роботы соединяются с цифровыми двойниками, системами управления качеством, промышленным интернетом вещей, аналитикой данных, автоматизированной логистикой и гибким планированием. Это означает, что предприятие будущего — не набор отдельных машин, а связанная интеллектуальная среда. В ней человек работает не только руками, но и с моделями, показателями, интерфейсами, алгоритмами и стратегическими решениями.

Для Узбекистана глобальная конкуренция ставит прямой вопрос: какую роль страна хочет играть в мировой экономике к 2050 году? Можно оставаться поставщиком сырья, простой переработки и трудоемких операций. Можно стать страной, которая импортирует готовые технологии и зависит от внешних решений. А можно постепенно развивать собственную инженерную, производственную и образовательную базу, чтобы использовать автоматизацию как инструмент самостоятельного роста. Роботы в этом смысле становятся не только машинами в цехе, но и показателем зрелости экономической стратегии.

Безопасность стала самостоятельной причиной роботизации

Часть человеческого труда всегда была связана с риском. Люди работали в шахтах, на высоте, возле раскаленного ме-

талла, с токсичными веществами, тяжелыми грузами, острыми инструментами, вибрацией, шумом, пылью и опасными механизмами. Многие профессии требовали не только квалификации, но и постоянной готовности подвергать здоровье опасности. Промышленная история знает огромную цену прогресса: травмы, профессиональные заболевания, сокращение продолжительности жизни, тяжелые условия труда.

Роботизация позволяет иначе поставить вопрос о безопасности. Если операция опасна для человека, нужно ли сохранять ее человеческой только потому, что так было принято раньше? Если робот может работать в зоне высокой температуры, радиации, химического загрязнения или механического риска, его применение становится не только экономическим, но и этическим решением. Машина не страдает от ожогов, отравления, шума или усталости. Повреждение робота является технической и финансовой проблемой, но не человеческой трагедией.

В промышленности роботы давно используются для сварки, покраски, литейных процессов, перемещения тяжелых деталей и работы в средах, вредных для здоровья. В энергетике и аварийных службах роботизированные системы могут обследовать опасные объекты. В медицине автоматизация помогает снизить риск ошибок и повысить точность процедур. В сельском хозяйстве дроны и автоматизированные системы могут уменьшить контакт человека с химическими препаратами. В строительстве роботы и полуавтоматизиро-

ванные машины способны брать на себя операции, связанные с высотой, тяжестью и повторяющейся нагрузкой.

Однако безопасность роботизации не ограничивается заменой человека в опасной зоне. Сами роботы должны быть безопасны для людей. Старые промышленные роботы часто работали за ограждениями, потому что их движения были быстрыми и мощными. Человек не должен был находиться рядом с ними. Сегодня развиваются коллаборативные роботы, которые могут работать в одном пространстве с человеком, ограничивать силу движения, останавливаться при контакте, учитывать присутствие людей. Это открывает новые возможности для малых и средних предприятий, где полная изоляция роботизированной зоны не всегда удобна.

Вопрос безопасности особенно важен для стран, которые только начинают массовое внедрение автоматизации. Нельзя воспринимать робота как волшебное средство, которое автоматически делает производство безопасным. Нужны стандарты, обучение, техническое обслуживание, культура эксплуатации, расследование инцидентов, правильная настройка и ответственность руководителей. Робот может защитить человека от опасной работы, но плохо внедренный робот сам может стать источником риска. Поэтому зрелая роботизация всегда идет вместе с инженерной этикой.

Пандемии и кризисы показали хрупкость старых систем

Мир ускорил интерес к автоматизации не только из-за долгосрочных технологических трендов, но и из-за кризисов. Пандемии, перебои в цепочках поставок, закрытие границ, нехватка персонала, резкие изменения спроса и логистические задержки показали, насколько уязвимыми могут быть привычные системы производства и обслуживания. Когда люди не могут физически присутствовать на рабочих местах, когда склады перегружены, когда доставка нарушена, когда предприятия должны быстро перестраивать процессы, автоматизация становится способом повысить устойчивость.

Пандемия COVID-19 особенно ясно показала ценность бесконтактных и дистанционно управляемых систем. Роботы использовались для дезинфекции помещений, доставки медикаментов, логистики внутри больниц, контроля складов, поддержки производственных процессов при ограниченном присутствии персонала. Не все эти решения были идеальными, но сам кризис ускорил понимание: устойчивость общества зависит не только от количества людей, но и от способности систем работать при непредсказуемых обстоятельствах.

Кризисы также показали важность локального производства и гибкости. Если страна полностью зависит от внеш-

них поставок критически важных товаров, она становится уязвимой. Но локальное производство должно быть конкурентоспособным, иначе оно не выдерживает экономического давления. Автоматизация помогает создавать более гибкие производственные мощности, которые могут быстрее переходить с одного продукта на другой, поддерживать качество и снижать зависимость от нестабильных факторов.

Для Узбекистана этот урок важен в контексте долгосрочного развития. Страна, которая хочет быть устойчивой к 2050 году, должна думать не только о росте в спокойные периоды, но и о способности экономики выдерживать потрясения. Автоматизированные склады, цифровое управление транспортом, роботизированные элементы производства, точное сельское хозяйство, системы мониторинга инфраструктуры — все это повышает устойчивость. В будущем конкурентными будут не только самые дешевые экономики, а те, которые способны быстро адаптироваться.

Автоматизация в этом смысле становится частью национальной безопасности в широком понимании. Речь идет не о военной теме, а о способности общества обеспечивать себя продукцией, продовольствием, энергией, медицинскими услугами, логистикой и промышленными решениями даже в условиях неопределенности. Роботы и автоматизированные системы не отменяют человеческое управление, но дают ему новые инструменты. Они позволяют видеть процессы точнее, реагировать быстрее и сохранять работу там, где старые

модели оказываются слишком хрупкими.

Почему именно сейчас важно учиться понимать роботов

Когда технология становится массовой, поздно начинать задавать самые простые вопросы. Общество, которое хочет быть готовым к будущему, должно понимать технологию до того, как она полностью изменила рынок труда. Это особенно важно для роботизации, потому что она требует длительной подготовки. Нельзя за один год создать инженеров, техников, преподавателей, сервисные компании, стандарты безопасности, университетские программы, промышленные лаборатории и культуру внедрения. Все это формируется постепенно.

Школьник, который сегодня изучает математику, физику, информатику и основы инженерии, может через двадцать лет проектировать роботизированные системы для сельского хозяйства, медицины, энергетики или промышленности Узбекистана. Студент, который сегодня учится программированию или мехатронике, может стать специалистом, способным модернизировать фабрики и создавать собственные решения. Предприниматель, который сегодня начинает понимать автоматизацию, может завтра построить предприятие, конкурентоспособное не только на внутреннем рынке, но и за его пределами.

Но для этого нужно изменить отношение к роботам. Их нельзя воспринимать только как дорогие импортные машины, которые покупают крупные заводы. Робототехника должна стать частью образовательного воображения страны. Дети должны видеть в ней не игрушку, а язык будущей инженерии. Университеты должны соединять теорию с реальными задачами предприятий. Производство должно открываться для исследовательских проектов. Государство и бизнес должны понимать, что автоматизация требует не только оборудования, но и людей, способных думать системно.

Особенно важно не противопоставлять человека и робота. Такой конфликт удобен для заголовков, но беден интеллектуально. Реальный вопрос звучит иначе: какие задачи должны выполнять машины, чтобы человек мог выполнять более сложную и ответственную работу? Как сделать так, чтобы автоматизация не обедняла общество, а обогащала его? Как подготовить людей к переходу от ручного исполнения к управлению системами? Как не потерять человеческое достоинство в мире высоких технологий?

Мир начал роботизироваться именно сейчас потому, что созрели технологии, обострились экономические вызовы, изменилась демография, выросла цена ошибки, усилилась конкуренция и появилась потребность в устойчивости. Но для каждой страны ответ на эту волну будет своим. Одни общества станут покупателями готовых решений. Другие станут площадками дешевого труда, пока автоматизация не вы-

теснит их преимущество. Третьи сумеют превратить роботизацию в школу инженерного мышления, источник новых профессий и основу производственной независимости.

Для Узбекистана выбор еще открыт. В этом и состоит главный шанс. Роботы приходят в мир не как судьба, которую невозможно изменить, а как инструмент, направление и вызов. Их появление заставляет страну спросить себя: хотим ли мы только наблюдать за технологической революцией или стать ее участниками? Хотим ли мы бояться машин или учиться создавать их? Хотим ли мы сохранить экономику прошлого или построить производство, достойное поколения наследников Улугбека в XXI веке?

Глава 4. Роботы на заводе

Завод как организм

Когда человек представляет себе завод, перед его глазами часто возникает образ большого здания, наполненного шумом, металлом, конвейерами, рабочими в спецодежде и тяжелыми станками. Этот образ не случаен. Промышленность XX века действительно строилась вокруг пространства, где человек и машина находились рядом, но их роли были разделены довольно ясно. Машина давала силу, скорость и повторяемость. Человек управлял, переносил, проверял, исправлял, соединял, следил, принимал решения и часто своим телом закрывал все пробелы в несовершенной организации процесса.

Современный завод постепенно становится другим. Он все меньше похож на собрание отдельных станков и все больше напоминает сложный организм. В нем есть органы движения, органы чувств, нервная система, память, системы контроля и механизмы саморегуляции. Роботы выполняют физические операции. Сенсоры собирают данные. Программное обеспечение управляет потоками материалов. Камеры контролируют качество. Складские системы знают, где нахо-

дится каждая деталь. Инженеры видят не только то, что происходит на линии, но и то, почему это происходит.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.