SAFWAN ALMODHAYAN



АВТОРСКАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТАТЬЯ

Редакционная дата: 29 октября 2026 г.

# Стажёр, чьи ошибки исчезли

> Проблема не в том, что машина научилась выполнять работу новичка. Некоторые задачи, от которых так легко отказаться, незаметно для платёжной ведомости служили школой, из которой выходили эксперты.

4 января 2013 года Федеральное управление гражданской авиации США (Federal Aviation Administration) выпустило одностраничное уведомление «Ручное управление полётом». Оно не призывало романтически вернуться к штурвалу и не объявляло автопилот плохим изобретением. Напротив, автоматизированные системы улучшили безопасность, управление нагрузкой и точность. Но постоянное пользование ими не обязательно укрепляет знания и навыки ручного управления и может ослабить способность пилота быстро вернуть контроль при выходе самолёта из нужного состояния.1

Рекомендация была точной: давать подходящие возможности ручной практики при малой нагрузке, продолжая пользоваться автоматикой там, где этого требуют безопасность и точность. В 2017 году ведомство снова подчеркнуло необходимость формировать и сохранять ручные навыки в обучении и эксплуатации, не превращая это в состязание по числу минут борьбы с автоматикой.2

Тревога опиралась не на один документ. В 2013 году рабочая группа по автоматизации кабины рассмотрела обучение и управление траекторией полёта в более широком техническом обзоре: проектирование эксплуатации и обучения неотделимо от свойств самой автоматизированной системы.13

Важен не страх перед машиной, ведущей самолёт, а вопрос, поставленный там, где административные отчёты его не любят: **если машина хорошо выполняет обычную работу, откуда возьмётся человеческий опыт для необычного момента?**

В бюро разработки, отделе договоров или диагностической лаборатории вопрос звучит не так драматично. Нет кабины и тысяч метров высоты. Но исчезнуть может то же самое: часы безопасных ошибок, исправлений, повторных попыток и объяснений, почему первый ответ отвергнут. Для учёта компании это медленные издержки; для экономики профессии — накапливаемый актив.

Когда из работы стажёра исчезают ошибки, вместе с ними может исчезнуть часть того, что превращало его в эксперта.

## Малая работа с большой функцией

Легко понять желание автоматизировать начальные задачи. Новый инженер пишет типовые тесты; младший юрист ищет прецеденты; банковский сотрудник проверяет похожие документы; врач-стажёр под надзором составляет первичное резюме случая. Если это можно сделать быстрее и дешевле, кто станет защищать медлительность ради неё самой?

Но задача внутри организации не всегда равна должностному описанию. У неё могут быть две функции.

Первая — дать пригодный результат сегодня: работающую программу, ясную записку, правильную проверку. Вторая — создать способность у исполнителя: заметить закономерность, сформировать суждение, понять, когда правдоподобный ответ ошибочен.

Первая немедленно продаётся клиенту, ценность второй проявляется спустя годы. Первую менеджер видит на недельной панели; вторую часто замечают лишь после ухода старшего эксперта, когда оказывается, что никто не научился думать так же.

Нужно различать **выполнение задачи**, **приобретение навыка** и **его сохранение**. Система может преуспеть в первом и ничего не дать второму. Инструмент может помочь освоить знание сейчас, но неизвестно, сохранится ли оно через полгода. Человек может годами владеть работой, а затем утратить часть умения из-за отсутствия практики. У каждого явления своя причина и свои доказательства.

В экономике человеческого капитала (Human Capital) Йорам Бен-Порат (Yoram Ben-Porath) ещё в 1967 году описывал, как люди направляют время и ресурсы на будущие способности, а не только на текущий доход.3 В профессиях эта инвестиция незаметна:

время, которое кажется непродуктивным по сегодняшней коммерческой мерке, создаёт завтрашнюю производительность.

Устраняя всё такое время, компания не просто сокращает процесс; возможно, она меняет уравнение производства опыта.

При этом выполнение задачи с машиной не иллюзия. В контролируемом эксперименте, чей черновик опубликован в 2023 году, разработчики с GitHub Copilot завершили задачу по созданию веб-сервера на 55,8% быстрее контрольной группы. Но измерялось время конкретной задачи, а не то, чему участники научились после закрытия инструмента.14 Различие этих вопросов требует честного рассмотрения.

## Эксперимент, отделивший результат от обучения

В препринте от 28 января 2026 года Джуди Ханьвэнь Шэнь (Judy Hanwen Shen) и Алекс Тамкин (Alex Tamkin) спросили: что происходит с приобретением навыков, когда разработчик изучает новую библиотеку с помощником ИИ? *How AI Impacts Skill Formation* — **нерецензированный исследовательский черновик**, что важно для оценки силы вывода.4

Авторы выбрали асинхронную библиотеку Python Trio. Участники не были полными новичками: каждый имел больше года опыта Python, многие — значительно больше, но Trio прежде не использовали. Эксперимент сравнивал не ребёнка с машиной, а сравнительно опытных людей перед новой для них областью.

В основном исследовании участвовали 52 человека, по 26 в двух группах. Одна получила программного помощника, другая работала без него. После ограниченных по времени задач все прошли независимый тест на понимание понятий, чтение и исправление кода.

Важно не просто более низкое тестовое значение с помощником, а то, что **выполнение и обучение разошлись**. Средний результат группы ИИ был около 50%, другой — около 67%, разница 17 процентных пунктов и статистически значима в этом тесте. При этом основное исследование не установило значимого улучшения среднего времени выполнения.4

У числа четыре ограничения: сравнительно малая выборка; короткое воздействие; тест вскоре после обучения; конкретная библиотека вместо общей квалификации программиста или судьбы профессии. Более того, вторую задачу завершили все участники группы ИИ, а четверо в контрольной группе не уложились в срок, поэтому вывод зависит от определения «производительности». Это не доказательство порчи программистов, а свидетельство **возможного компромисса в устройстве обучения**.

По журналам использования исследователи различали полное делегирование и вопросы об объяснении понятия или причины ошибки с последующим самостоятельным рассуждением. Требующие умственного усилия способы были связаны с лучшим обучением. Но анализ внутри группы наблюдательный; из него нельзя выводить причинный эффект каждого стиля для всех.

Урок точнее совета «меньше пользуйтесь ИИ»: **какая часть мышления осталась у ученика после использования?**

## Как ошибка становится учебным устройством?

Представим двух разработчиков перед одним сообщением об ошибке. Первый вставляет его в языкового помощника и получает рабочее исправление. Второй читает документацию, проверяет две гипотезы, одну опровергает и выясняет: дело не в строке, а в порядке асинхронных событий. Оба получают правильный код, но познавательные истории различны.

Это условный пример, не описание участника исследования. Он поясняет механизм, а не расширяет эмпирический вывод.

Во втором случае действует практика извлечения знания из памяти (Retrieval Practice), а затем обратная связь между ожиданием и фактом. Эксперименты Генри Рёдигера (Henry Roediger) и Джеффри Карпике (Jeffrey Karpicke) 2006 года показали: попытка вспомнить материал при некоторых условиях лучше укрепляет позднее сохранение, чем можно судить по немедленному результату.5 Не каждая неудача полезна, но попытка извлечь и проверить знание — не учебный мусор, который можно бездумно удалить.

Ману Капур (Manu Kapur) в работе о продуктивной неудаче (Productive Failure) показал, как первоначальные неверные попытки при хорошем педагогическом устройстве и последующем объяснении готовят более глубокое обучение.6 Лозунг «дайте сотруднику ошибаться» был бы опасным упрощением. Ошибка полезна при ограниченной цене, наличии объяснения и повторной попытки, когда ученик связывает её с точным принципом. Бросить стажёра в опасное дело без надзора — не обучение, а плохое управление в костюме педагогической смелости.

Опыт — не число ошибок, а степень изменения мысленной модели после понимания их причин.

## Старая парадоксальность новой машины

Ещё до современных моделей Лизан Бейнбридж (Lisanne Bainbridge) описала в 1983 году «иронии автоматизации»: чем больше система выполняет обычную работу, тем вероятнее человеку остаются редкие и трудные случаи, хотя обычная практика, готовившая его к ним, исчезает.7

Аналогия неполна. Управление самолётом сочетает сложные сенсорные и моторные навыки; чтение договоров требует институционального толкования; отладка кода — логического и эмпирического анализа. Эти способности угасают неодинаково, и яркая метафора не устанавливает единый эффект. Автоматизация может создавать новые умения — например, формулировать требования и проверять выводы модели.

Гипотеза не в добродетели всякой ручной практики. Нужно **совместно исследовать исчезающий вид практики и то суждение, которое позднее потребуется человеку**.

Это не означает неизбежной утраты всякого умения. Работа Брук Макнамары (Brooke Macnamara) и соавторов 2024 года формулирует проблему и возможные механизмы ускоренного угасания навыков, но не является экспериментальным доказательством общего упадка во всех профессиях.12

Эксперимент Стивена Каснера (Stephen Casner) и коллег в *Human Factors* 2014 года корректирует простой пессимизм. В симуляторе Boeing 747-400 с 16 пилотами некоторые основные ручные навыки сохранялись устойчиво, а отдельные когнитивные задачи оказались уязвимее.8 Если бы вся автоматизация стирала всякое умение, различий не было бы. Нужно установить, что именно ослабло: движение, внимание, диагностика, понимание систем или координация под давлением.

Если экран всегда показывает верный ответ, менеджеру может казаться, что ошибки устранены. Возможно, исчезли лишь случаи, позволявшие увидеть ход мысли новичка.

## Врач видит больше — а что происходит без экрана?

В наблюдательном исследовании 2025 года в *The Lancet Gastroenterology & Hepatology* проследили внедрение помощника ИИ в четырёх центрах колоноскопии в Польше. Исследователей интересовала не только работа системы при её наличии. Они сравнили обычные обследования **без автоматизированной помощи** до и после внедрения.

Сравнение включало 1 443 таких обследования: 795 до и 648 после. Доля выявления аденом снизилась с 28,4% до 22,4%, то есть на шесть процентных пунктов в выборке. Авторы осторожно предположили: длительное воздействие помощи может быть связано с изменением поведения эндоскопистов.9

Не стоит спешить. Это не рандомизированный эксперимент, доказывающий потерю навыка из-за машины. Между периодами могли измениться пациенты, центры и другие факторы; поправки не снимают всех альтернатив. Доля выявления — не полный эквивалент клинической компетентности или исхода пациента. Но сигнал требует независимой проверки: что происходит с человеческим наблюдением, когда инструмент отмечает детали? Экспертная деятельность может превратиться в ожидание результата.

Медицина не может рисковать нынешним пациентом ради обучения будущего врача. Общий призыв к ручной работе проблемы не решает. Возможны наборы изображений с известными исходами, слепая симуляция, совместный разбор отмеченных системой кадров и наблюдение за независимой компетентностью без отказа от доказанно полезных пациенту средств.

Не все данные направлены в одну сторону. Систематический обзор и метаанализ обучения симулированным хирургическим навыкам с ИИ, опубликованный в июне 2026 года, количественно объединил четыре исследования и 268 участников. На нескольких показателях обучение с ИИ было сопоставимо с экспертным, на одном практическом показателе имело небольшое преимущество. Определённость доказательств низкая; оснований заменять преподавателей не найдено.10

Контррезультат ценен. Вопрос не «учит инструмент или вредит?», а «какой метод, какой навык, какая обратная связь и кто решает, что стажёр готов к практике, где повторная ошибка недопустима?»

## В производстве подсказка равна ответу, в обучении — нет

В 2023–2024 учебном году почти тысяча турецких старшеклассников участвовала в полевом эксперименте с двумя видами помощи ИИ по математике; результаты вышли в *PNAS* в 2025 году.11

Первым был общий интерфейс на GPT-4 — «GPT Base». Второй, «GPT Tutor», опирался на указания учителей, давал подсказки, учитывал типичные ошибки и правильные решения, не выдавая сразу конечный ответ. Контрольная группа не пользовалась ни одним.

Во время упражнений результат первой группы был в среднем на 48% выше контроля, группы с учебным помощником — на 127%. Маркетинговая презентация могла бы остановиться здесь. Эксперимент продолжился.

В тесте без помощи пользователи общего помощника показали результат на 17% ниже контроля в относительном выражении. Учебный помощник уменьшил отрицательный эффект до статистически незначимого различия, но и не доказал превосходства в независимом тесте.

**Относительное снижение на 17% в математическом эксперименте** нельзя путать с **разницей в 17 процентных пунктов между средними тестовыми значениями программистов Trio**. Совпадение числа не делает одинаковыми показатель, выборку и срок обучения.

Получить верный ответ — ещё не значит учиться. Полный ответ сразу снимает неопределённость, подсказка заставляет ученика уменьшить её самому. В одной образовательной среде система, сообщающая меньше, сохранила большую учебную функцию.

Это не защита намеренного невежества. Хорошая подсказка требует точного понимания положения ученика, трудности и надёжного последующего исправления. Tutor был не просто «мягким промптом», а системой с подготовкой по конкретным задачам и участием учителей. Записать «не давайте ответ» в стратегию легко. Труднее построить систему, понимающую, когда прекратить подсказки, прежде чем ученик зациклится в необъяснённой ошибке.

## Экономика, которой нет в смете

Представим 100 ежемесячных проверок, каждая занимала два часа младшего сотрудника, а после внедрения помощника — полчаса. Это **условный расчёт**, не измерение компании. Бухгалтер увидит 150 «сэкономленных» часов, и, возможно, их действительно стоит сэкономить.

Но если часть прежних часов создавала способность распознать исключение, построить довод из противоречивых источников или заметить дефектный документ, незаписанное обучение вернётся будущей ценой: зависимостью от нескольких старших специалистов, ошибками аудита или покупкой экспертов на рынке, где компании перестали их выращивать.

Иллюстративная, а не эмпирически оценённая зависимость выглядит так:

$$H_{t+1} = (1 - \delta) H_t + \alpha P_t F_t.$$

Здесь $H_t$ — запас навыка человека или команды; $\delta$ — темп утраты без использования; $P_t$ — объём **релевантной практики**; $F_t$ — качество обратной связи и возможность понять ошибку; $\alpha$ — степень превращения практики в обучение. Не каждый час работы обучает

и не каждое исправление помогает. Помощник может повысить $F_t$, углубив практику, или снизить $P_t$, сделав всё сам. Он может изменить и сам набор требуемых навыков.

Отсюда три сценария:

- Автоматизировано повторное переписывание данных без реального обучения: результативность растёт без существенной потери $H$.
- Автоматизирована задача, где стажёр находил причину и проверял гипотезы: практика сокращается, и без замены возникает риск.
- Помощник объясняет, создаёт тесты и показывает ошибку, не присваивая решение: могут вырасти и $P_t$, и $F_t$, хотя общее время уменьшится.

Речь не о плате сотруднику за изобретение колеса. В некоторых профессиях повторное изобретение маленькой части колеса в симуляторе и под надзором учит тому, почему однажды оно может отвалиться.

Назовём разрыв **дефицитом воспроизводства экспертизы (Expertise Reproduction Deficit)**. Это не опубликованная теория и не официальный стандарт, а предложенное здесь диагностическое понятие: ожидаемый спрос на независимое экспертное суждение растёт быстрее, чем способность организации создавать людей, способных судить без помощи.

Операционно его можно измерять разницей между уходом или переходом нынешних экспертов и числом стажёров, достигших независимого критерия компетентности за срок. Проверяемый прогноз: если убрать диагностическую практику без эффективной учебной замены, новые когорты будут всё хуже проходить тесты независимого суждения, даже при росте производительности с ИИ.

Понятие неприменимо, если работа изменилась и старое суждение больше не нужно или инструмент создал лучший путь обучения. Нужно измерять спрос на саму способность, а не чтить навык, утративший функцию.

## Совет директоров задаёт неверный вопрос

Проект профессиональной автоматизации обычно показывает стоимость лицензий, часы сотрудников, завершённые задачи и найденные ошибки. Всё это законно. Но таблице нужен менее зрелищный столбец: **какие навыки приобретались при выполнении задачи и кто приобретёт их после автоматизации?**

Первичная проверка договора может учить замечать скрытый риск; обычный банковский случай — связывать личность клиента с целью операции; поиск в производственном журнале — отличать правдоподобную причину от совпадения. Это

возможные механизмы, не утверждение о каждой организации. Сначала нужен анализ труда.

Главная ошибка — провести прямую линию от «новичка» к «эксперту». Некоторые эксперты учились через прямое преподавание, сложные задания, ротацию или симуляцию, а не повтор начальной рутины. ИИ может освободить новичка от лет низкоценной работы и открыть более высокий уровень обучения. Это серьёзная конкурирующая гипотеза.

Организации не следует сохранять прежние «начальные должности». Ей следует сохранить **цепочку приобретения способности**, даже полностью сменив инструменты и задачи. Рутинный отчёт может исчезнуть; интерпретацию доказательств, опровержение предположений и встречу с непривычным случаем всё равно нужно где-то освоить.

Роль старшего менеджера меняется: не проверять сотни страниц после завершения, а строить последовательность растущей интеллектуальной ответственности новичка. Объяснение эксперта дороже мгновенного ответа машины, но может быть вложением в актив, которого нет на балансе.

## Королевству не нужно выбирать между автоматизацией и обучением

Если саудовская программная, банковская или промышленная компания широко внедряет помощника, не нужно заранее объявлять местный кризис навыков — для этого нужны местные данные. Стоит проверить, даёт ли распределение работы новым сотрудникам путь к независимой экспертизе.

Ответ — не всеобщий «день без ИИ». В программных упражнениях это возможно, в медицине или эксплуатации — опасно либо недопустимо. Лучше **бюджет практики**: безопасные случаи, заявленные учебные цели, квалифицированные наставники и регулярные тесты независимости. Это инвестиция в человеческий капитал, а не наказание за пользование инструментом.

В технологической компании стажёр объясняет причину сбоя до предложения помощника и проверяет гипотезу экспериментом. В финансах он работает с обезличенными учебными случаями и противоречивыми сигналами, записывает подтверждающие и опровергающие основания, затем получает экспертную рецензию. В обслуживании симулятор показывает управляемые неисправности, не превращая настоящее оборудование в дорогую аудиторию.

Число часов недостаточно. Сто часов щелчков по правильному ответу не равны часу объяснения, почему убедительная гипотеза провалилась. Важно изменение результата на невиданных задачах, без помощи и с надзором, соответствующим риску профессии.

## Организационный эксперимент, способный опровергнуть статью

Ощущения менеджера недостаточно. При соблюдении профессиональных и этических требований можно три или шесть месяцев сравнивать три безопасных режима.

Первая группа получает решение непосредственно от помощника по правилам организации. Вторая пользуется помощником, который сначала задаёт вопросы и даёт подсказки, откладывает ответ и включает проверку эксперта. Третья диагностирует симулированные случаи без прямой помощи, затем использует её для сравнения и объяснения.

Измерять только объём нельзя. Нужны время, качество, нагрузка наставника, цена ошибок и периодические новые задачи без помощника. Проверяются отсроченное сохранение, обнаружение намеренной ошибки в синтетическом результате и перенос на структурно иную задачу. Прежний опыт участников фиксируется, чтобы естественные различия не приписать инструменту.

Если первая группа сохраняет высокое качество независимых тестов, гипотеза ослабевает. Если вторая получает независимость без неприемлемой цены, дизайн помощи лучше запрета. Если третья превосходит в навыке, который больше не нужен организации, это не довод против прогресса.

Эксперимент, устроенный для победы любимой идеи, научно бесполезен. Хороший дизайн позволяет честному испытанию смутить совет директоров, а не только презентации — убедить его.

## Кто отвечает за создание человека, способного возразить?

В некоторых профессиях человек годами учится видеть незаметный неспециалисту признак. Юрист замечает исключение в правильной формулировке; инженер чувствует несоответствие датчика остальной системе; врач связывает неясный симптом с историей, которой нет на первом снимке. Это не магия и не всегда стихийная практика, а накопление знаний, обучение, обратная связь и возрастающая ответственность.

ИИ может ускорять это накопление: создавать случаи, давать контраргументы, предоставлять больше попыток, чем часы наставника. Но чрезмерная выдача ответов способна научить утверждать результат, а не диагностировать скрытую в нём ошибку.

Стратегический вопрос не в исчезновении первых ступеней — часть задач наверняка исчезнет или радикально изменится. Вопрос в том, построит ли компания новую лестницу или купит услугу подъёма наверх, а затем обнаружит, что никто уже не умеет строить ступени.

Вернёмся к уведомлению FAA 2013 года. Оно предлагало зрелый баланс: пользоваться автопилотом и сохранять человеческую практику там, где позволяет безопасность. Не меньше автоматизации и не обучение за счёт пассажиров.

Поэтому самой тяжёлой потерей некоторых программ ИИ может оказаться не ошибка машины, а **ошибка, которую стажёр никогда не смог совершить и понять**. Цену сэкономленных ошибок мы узнаем через годы, когда понадобится человек, способный сказать безупречной системе: на этот раз — нет.

## Список литературы


1. SAFO 13002: Manual Flight Operations. FAA, 4 января 2013 года; **первичное официальное уведомление** о сохранении ручной практики при признании выгод автоматизации.
2. SAFO 17007: Manual Flight Operations Proficiency. FAA, 4 мая 2017 года; **официальное руководство** по формированию и сохранению ручной компетентности в пределах безопасности.
3. The Production of Human Capital and the Life Cycle of Earnings. Yoram Ben-Porath, *Journal of Political Economy*, 1 августа 1967 года; **оригинальная рецензируемая экономическая работа**. Обосновывает понимание навыка как инвестиции; формула статьи не заимствована из неё.
4. How AI Impacts Skill Formation. Judy Hanwen Shen и Alex Tamkin, черновик от 28 января 2026 года, исправлен 1 февраля; **нерецензированное предварительное исследование**. 52 участника, две группы по 26; не доказывает долгосрочного эффекта.
5. Test-Enhanced Learning: Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention. Henry Roediger и Jeffrey Karpicke, *Psychological Science*, март 2006 года; **рецензируемый эксперимент** об извлечении знания, не об ИИ.
6. Productive Failure. Manu Kapur, *Cognition and Instruction*, июль 2008 года; **рецензируемое педагогическое исследование**. Не является разрешением на опасные ошибки в работе.
7. Ironies of Automation. Lisanne Bainbridge, *Automatica* 19(6), 1983; **оригинальная научная статья** о парадоксе редких случаев после исчезновения обычной практики.
8. The Retention of Manual Flying Skills in the Automated Cockpit. Stephen Casner et al., *Human Factors*, декабрь 2014 года; **рецензируемая симуляция**, 16 пилотов; контрпример всеобщей утрате, ограниченный симулятором 747-400.

9. Endoscopist Deskilling Risk after Exposure to Artificial Intelligence in Colonoscopy: A Multicentre, Observational Study. Krzysztof Budzyń et al., *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 12 августа 2025 года; **многоцентровое наблюдательное исследование**. 1 443 обследования, 28,4% против 22,4%; причинность не установлена.
10. Artificial Intelligence Augmented Tutoring vs Expert Instruction on Learning Simulated General Surgical Skills: A Systematic Review and Meta-analysis. Fouad Hanna et al., *BMC Medical Education*, 10 июня 2026 года; **рецензируемый обзор**, четыре исследования, 268 участников; низкая определённость, не основание для замены преподавателей.
11. Generative AI without Guardrails Can Harm Learning: Evidence from High School Mathematics. Hamsa Bastani, Osbert Bastani, Alp Sungu et al., *PNAS*, 25 июня 2025 года; **рандомизированный полевой эксперимент** почти с тысячей турецких учеников.
12. Does Using Artificial Intelligence Assistance Accelerate Skill Decay and Hinder Skill Development without Performers' Awareness?. Brooke Macnamara et al., *Cognitive Research: Principles and Implications*, 12 июля 2024 года; **аналитическая статья с гипотезами**, не эксперимент о потере навыка.
13. Operational Use of Flight Path Management Systems: Final Report. Рабочая группа авиационных органов США, 8 сентября 2013 года; **официальный технический отчёт**, не исследование языковых моделей.
14. The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot. Sida Peng, Eirini Kalliamvakou, Peter Cihon и Mert Demirer, черновик 13 февраля 2023 года; **контролируемый эксперимент в препринте**. Ускорение конкретной задачи на 55,8% без измерения долгосрочного навыка.