ЦЕХОВИК / ИНЖЕНЕРНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Автоскваринг портала

Dual-homing как услуга модернизации

Подробный разбор, обучение исполнителя, контроллерные маршруты, метрология, приёмка и экономика.

Для широкоформатных деревообрабатывающих центров с двумя приводами портальной оси. Рабочие поля 1300×2500-2100×4000 мм - целевой сегмент, а не критерий технической совместимости.

Учебная специализация не является готовым проектом подключения. Распиновки, скорости, предельное рассогласование, fault-реакции и координатные поправки подтверждаются по конкретной машине. Числа калькуляторов - иллюстрации, не уставки.

Учебный маршрут: 40 часов специализации после базовой подготовки плюс реальные проекты с наставником. Это предлагаемый внутренний план, не норматив квалификации.

Редакция 1.0 / 2 ноября 2026

Как проходить специализацию

Начните с определения услуги и трёх архитектур. Затем изучите геометрию, обследование и проект сигналов. Контроллерный маршрут выбирается после идентификации машины. Виртуальные расчёты и стенд помогают понять логику, но не подтверждают безопасность реального проекта.

Содержание

01. Назначение и границы автоскваринга

02. Три архитектуры модернизации

03. Диагонали, угол и ход стороны

04. Предпроектное обследование станка

05. Датчики, крепления и проект сигналов

06. Цикл dual-homing как автомат состояний

07. Калибровка и интеграция по рубежам

08. Приёмка и контроль отказов

09. Экономика и упаковка услуги

10. Как обучать исполнителя и выпускать на объект

Дополнительно: матрица контроллеров, 12 отказов, три рабочих чек-листа, экзамен и ключи, первоисточники.

> Важное уточнение: отсутствие нативного dual-homing не исключает документированный внешний модуль. И наоборот, наличие slave-оси не доказывает независимое базирование.

РАЗДЕЛ 01

Назначение и границы автоскваринга

Результат: Различить восстановление базы, геометрическую калибровку и динамический контроль портала.

Корректная формулировка

Услуга - внедрение воспроизводимого восстановления перпендикулярности портальной оси при штатном базировании, с первоначальной геометрической калибровкой, контролем допустимого рассогласования и документированной приёмкой. Диапазон полей 1300×2500-2100×4000 мм описывает целевой сегмент, но не подтверждает совместимость. Главные признаки - кинематика, приводы, измерение и доступная архитектура управления.

Сначала выставить, затем воспроизводить

Два концевых датчика не измеряют диагонали рабочего поля при каждом включении. Они восстанавливают две заранее откалиброванные опорные позиции. Датчики можно стабильно выставить так, что машина будет одинаково возвращаться к неправильному углу. Поэтому в услуге отдельно принимаются исходная перпендикулярность и её повторяемость после базирования.

Что автоскваринг не исправляет

Функция не ремонтирует непараллельные направляющие, люфт редукторов, износ реек, ослабленный портал, ошибочный масштаб сторон, неплоскую станину и слабое удержание заготовки. Она также не заменяет динамическую защиту от перекоса при отказе одной стороны во время обработки. Перпендикулярность XY, плоскость стола и наклон шпинделя к плоскости - разные характеристики.

Когда функция технически обоснована

Полезные признаки заявки: после отключения меняются диагонали; перед сменой оператор вручную выставляет портал; после разрешённого восстановления приводов требуется повторная выверка; нет воспроизводимого протокола запуска. Постоянный люфт или перекос по ходу сначала направляют к механическому обследованию. Один дефект детали ещё не доказывает необходимость модернизации.

Порядок работы

1. Зафиксировать симптом и экономические последствия
2. Измерить исходное состояние
3. Выяснить архитектуру двух сторон
4. Отделить ремонт от модернизации
5. Согласовать измеримый результат услуги

Практическое задание

По пяти заявкам решить, где нужен dual-homing, где ремонт механики, а где достаточно корректного базирования и обучения оператора.

Что должен показать ученик

- В предложении нет обещания исправить все диагонали любой ценой

- Перпендикулярность и повторяемость принимаются раздельно

- Динамический отказ привода не объявлен решённым одним homing

Опорные источники

A8 Avid CNC: Machine Calibration

РАЗДЕЛ 02

Три архитектуры модернизации

Результат: Выбрать проект по устройству машины, а не по названию контроллера.

A. Штатная функция управления

Управление предоставляет предусмотренный способ раздельно определить базу сторон и затем двигать портал согласованно. Обычно это два отдельных управляемых канала, два опорных сигнала и соответствующая кинематика. В некоторых системах алгоритм распределён между ЧПУ и приводами. Требуются применимые описание, версия, диагностика и обработки отказов. Наличие slave-оси в меню само по себе не доказывает dual-homing.

B. Внешний модуль

Между источником команд и приводами используется специализированный модуль, который в режиме базирования предусмотренным способом останавливает/удерживает стороны отдельно. Это самостоятельная архитектура. Надо доказать, как модуль узнаёт режим, что видит ЧПУ, как формируется ошибка, исключается пропуск импульсов вне homing и восстанавливается согласованное состояние. Нельзя подменять управление STEP произвольным снятием ENABLE.

C. Замена или серьёзная перестройка управления

Если совместимого решения нет, требуется новый проект ЧПУ/приводов/PLC. В него входят не только две оси: шпиндель, ATC, измеритель длины, вакуум, аспирация, защитные функции, постпроцессор, резервирование и обучение. Такую работу нельзя сметить как «установку двух датчиков». Исходное состояние и возможность возврата сохраняются до испытаний.

Механический отказ в пригодности

Единый вал, жёсткая механическая связь сторон или конструкция, не допускающая предусмотренного относительного перемещения, могут исключать выбранный способ коррекции. Допустимый относительный ход/угол и удержание определяются по конструкции и OEM. Большая масса портала и наличие двух моторов не дают разрешения перекручивать его.

Порядок работы

1. Определить механическую связь сторон
2. Проследить источник команды каждого привода
3. Проверить штатную функцию или документацию модуля
4. Спроектировать fault и разрешение AUTO
5. Выбрать A, B, C либо отказ до ремонта

Практическое задание

На бумажных схемах различить два независимых joints, параллельные STEP без модуля, внешний модуль и общий механический вал. Для каждого указать блокирующий вопрос.

Что должен показать ученик

- Есть схема реального прохождения команд и сигналов

- Подтверждён способ удержания остановившейся стороны

- У ошибки каждой стороны есть согласованная реакция всей группы

Опорные источники

A4 INECTRA MABI-1: карточка и документация

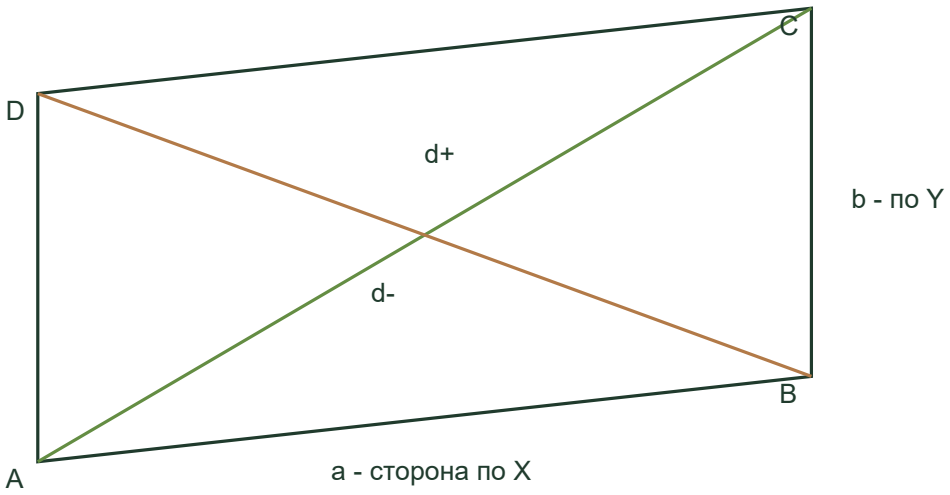
A6 Purelogic: модуль PLC-S1

РАЗДЕЛ 03

Диагонали, угол и ход стороны

Результат: Правильно интерпретировать измерение и не вводить разность диагоналей как коррекцию двигателя.

Модель параллелограмма. Угол на схеме увеличен для наглядности.



Геометрическая модель

Для параллелограмма с измеренными сторонами a и b и диагоналями d□, d□: s=(d□²−d□²)/(4ab); модуль отклонения от прямого угла |ε|=|asin(s)|. Здесь знак зависит от того, какую диагональ обозначили плюсом. Формула требует подходящей модели: произвольный четырёхугольник может иметь одинаковые диагонали и не быть прямоугольником.

Связь с порталом

При малом перекосе и горизонтальном расстоянии B между линиями опоры сторон ориентировочная разность их продольных положений g≈B·ε, а для идеальной плоской модели g=B·tan(ε). B - не ширина заготовки и не автоматически размер поля. При Δd=d□−d□ и D≈sqrt(a²+b²): ε≈Δd·D/(2ab). Это оценка геометрии, не команда ЧПУ.

Числовой пример

Учебные данные: a=1500 мм, b=2500 мм, B=1800 мм; d□≈2915,976 мм, d□≈2914,976 мм. Получаем ε≈0,00038873 рад, или 0,02227°, и |g|≈0,700 мм. Разность диагоналей 1 мм не означает ни ход 1 мм, ни универсальный ход 0,5 мм. Знак настройки зависит от осей, датчиков, активной грани и смысла параметра.

Погрешность и измерительная база

Размечают точки и стороны до измерения. Равные диаметры мерительных штифтов при одинаковом методе измерения могут сократить часть систематической погрешности, но не устраняют ошибки формы, контакта и температуры. Рулетка может быть пригодна для грубой диагностики, но не автоматически для обещанных десятых долей миллиметра. Если измерение не разрешает различить допуск, нельзя принять тонкую коррекцию.

Порядок работы

1. Обозначить точки и направления на эскизе
2. Проверить стороны и пригодность модели
3. Измерить диагонали воспроизводимым методом
4. Оценить угол и вклад погрешности
5. Установить знак только по применимой процедуре на стенде

Практическое задание

Пересчитать пример, затем сравнить его с прямоугольником 1200×2200 мм при той же разности диагоналей. Показать, почему один коэффициент для всех полей неверен.

Что должен показать ученик

- Все величины имеют единицы
- В не подменён шириной тестовой детали
- Расчёт не выдан за допустимый механический ход
- Есть оценка разрешающей способности метода

РАЗДЕЛ 04

Предпроектное обследование станка

Результат: Собрать достаточные данные для выбора допустимой архитектуры и плана работ.

Механическая часть

Собрать модель, серийный номер, размеры поля и фактическую базу B, тип передач, число приводов, связь сторон, доступ к датчикам, историю столкновений и ремонта. Проверить люфт, крепления, движение и исходную геометрию разрешённым методом. Повторяемость после включения отличать от изменения угла в разных местах хода.

Управление и обратная связь

Нужны точные маркировки ЧПУ, платы, ПО, PLC/профиля, приводов и датчиков. Зафиксировать STEP/DIR либо шину, уровни и тип входов, число реально используемых каналов, энкодеры и статус готовности/аварии. Два одинаковых разъёма не доказывают совместимость. Энкодер на моторе не видит люфт и проскальзывание за ним.

Границы и зависимости

Получить РЭ, схемы и резервные копии до изменения. Определить влияние на машинный ноль, мягкие пределы, рабочие базы, ATC и измеритель. Уточнить лицензии, доступ OEM, гарантию, время остановки и правила электрических работ. Если информации нет, продаётся обследование, а не обещание результата модернизации.

Три исхода обследования

Пригоден: есть доказанная архитектура, исправная механика и согласованный результат. Условно пригоден: известны отдельные доработки/ремонт и их стоимость; переход к монтажу после закрытия условий. Непригоден в текущем объёме: нет безопасного способа независимого базирования, доступа или подтверждения конструкции. Отказ с фактами - полезный результат обследования.

Порядок работы

1. Запросить фото табличек и схем, не пароли
2. Сохранить копии и текущие значения
3. Снять исходный протокол
4. Составить перечень открытых вопросов
5. Выдать заключение о маршруте и границах цены

Практическое задание

Подготовить обследование для NcStudio 5.x с параллельным STEP, для LinuxCNC с четырьмя joints и для LNC с закрытым OEM-проектом.

Что должен показать ученик

- Незаполненные критические поля не приняты по умолчанию
- Документировано, какая функция доказана, а какая предполагается
- Указаны зависимости от АТС, баз и защит

РАЗДЕЛ 05

Датчики, крепления и проект сигналов

Результат: Спроектировать воспроизводимую опору и наблюдаемую ошибку.

Опорный сигнал

Нужна достаточная повторяемость с учётом мишени, зазора, направления, скорости захвата, температуры, кабеля и входной фильтрации. Паспортный параметр может быть задан в процентах расстояния срабатывания, а не в миллиметрах. Одинаковые датчики на разных гибких кронштейнах дают разную систему. Дребезг нельзя лечить бесконечным фильтром без оценки задержки.

Кронштейн и запас пути

Крепления должны удерживать положение, допускать предусмотренную калибровку и осмотр, быть защищены от стружки и удара. Доступный путь после срабатывания должен соответствовать реальному торможению и алгоритму. При наличии отдельного home и отдельного limit их роли не смешивают. Механический упор не используют как универсальную базу с намеренным упором двигателем.

Электрическая схема

На схеме явно разделяют левый и правый home, общую координатную ось, отдельные исполнительные каналы и цепи ошибок. Применимость PNP/NPN, NO/NC, питания, частоты STEP и способа экранирования берут из документации. Обычный датчик базы не становится сертифицированной защитой из-за подключения как NC. Изменение защитных функций - отдельная инженерная работа.

Внешний модуль требует больше вопросов

Должны быть определены старт/окончание режима выравнивания, удержание сторон, ожидание второго датчика, ошибка, выход из ошибки и достоверность координаты ЧПУ. Необнаруженная остановка одной стороны при продолжающейся другой опасна. Отсутствие выхода fault или известной реакции нельзя закрыть фразой «плата дешёвая и работает».

Порядок работы

1. Составить ведомость сигналов
2. Проверить фактическое соответствие датчика стороне без движения портала
3. Подтвердить удержание и ошибку на безопасном стенде
4. Согласовать крепления и запас торможения
5. Зафиксировать схему и ревизии

Практическое задание

На учебном стенде определить четыре сочетания состояний home L/R и поведение при обрыве по паспортной схеме. Не вводить реальные неисправности на движущемся портале.

Что должен показать ученик

- У каждого провода есть обозначение, но нет универсальной распиновки

- Не перепутаны удержание и снятие ENABLE

- Контроль ошибки не подменён только сообщением на экране

Опорные источники

A1 LinuxCNC: Homing Configuration, стабильная документация

A6 Purelogic: модуль PLC-S1

РАЗДЕЛ 06

Цикл dual-homing как автомат состояний

Результат: Объяснить каждый переход, условие остановки и способ восстановления.

Перед поиском

Проверяются зона, предварительная механическая близость к допустимому состоянию, готовность обеих сторон, исходные входы и разрешённый режим. Неизвестная начальная разность положений может исключать запуск. Старт с активным датчиком должен обрабатываться предусмотренным способом. Направления и соответствие входов проверяются до первого связанного движения.

Поиск и точный захват

Типовая учебная схема: согласованный подход; отдельная фиксация сторон по своим home; предусмотренный отход; точный захват; применение калибровочных отношений; финальное согласованное позиционирование. Реальные системы могут использовать другую последовательность, энкодерный индекс или приводное базирование. Нельзя менять их на одну универсальную схему.

Окончание

Статус готовности означает, что выполнены условия конкретного цикла. Он не является независимым измерением перпендикулярности. AUTO разрешают только при подтверждении обеих сторон, корректного связанного режима и требуемых проверок. После смены базы отдельно проверяют машинные зависимости.

Нештатное состояние

Если один датчик не достигнут, стороны рассогласованы, привод не готов, возник предел или неоднозначная обратная связь, дальнейшее движение и повторный автоцикл блокируются по плану. Сохраняется причина и состояние. Сброс не должен автоматически означать восстановленную геометрию. Следующая попытка определяется процедурой восстановления.

Порядок работы

1. Подтвердить исходные условия
2. Выполнить предусмотренный поиск
3. Проверить точный захват и коррекцию
4. Проверить согласованный финальный ход
5. Зафиксировать статус и условия разрешения AUTO

Практическое задание

На виртуальном стенде пройти штатный цикл, отказ датчика, перепутанные входы и отказ привода. Для каждого назвать первый отсутствующий переход.

Что должен показать ученик

- До повторного пуска физическое состояние установлено

- Завершение homing не выдано за геометрическую приёмку

- При сбое одной стороны предусмотрена реакция всей группы

Опорные источники

A1 LinuxCNC: Homing Configuration, стабильная документация

A2 myCNC: Gantry Alignment Macro Wizard

A7 Syntec: Axis Application, Dual-Driver Application Manual

РАЗДЕЛ 07

Калибровка и интеграция по рубежам

Результат: Организовать модернизацию с доказательством переходов и возможностью возврата.

Рубеж 1: исходное состояние

Сделать резервные копии, карту сигналов и измерений. Подтвердить исправность механики и первоначальную геометрическую базу. Критерий допустимого рассогласования, скорости, ходов и остановки берётся из проекта/OEM. Его нельзя вычислить только из желаемого допуска диагоналей.

Рубеж 2: стенд и статические проверки

Сначала проверяют логику на безопасном стенде, по возможности до включения в силовую машину. Потом - монтаж, совместимость сигналов и соответствие L/R без опасного движения. Первый связанный тест допускается после отдельного решения ответственного. Пробовать неизвестный макрос на реальном портале для выяснения логики нельзя.

Рубеж 3: геометрическая привязка

Штатным разрешённым методом достигают исходной перпендикулярности, согласуют физические опоры/мишени и тонкие программные поправки. После каждого разрешённого изменения повторяют тот же измерительный тест. Знак поправки подтверждается на применимой системе, а не угадывается по названию master/slave. Большая поправка требует повторного анализа механики.

Рубеж 4: повторяемость и машинные функции

Проверяют серию базирований, сохранение поправок после перезапуска, поведение после допустимых остановов, положение в разных местах хода и затронутые функции. АТС, проба длины, мягкие пределы и рабочие базы принимаются в объёме влияния. Производственную деталь запускают после завершения необходимых проверок, а не как первый тест монтажа.

Порядок работы

1. Зафиксировать исходное состояние
2. Закрыть стендовый план
3. Подтвердить статические проверки
4. Выполнить разрешённую калибровку
5. Принять повторяемость и зависимости
6. Передать оператору процедуру и резервирование

Практическое задание

Составить план проекта с остановками между рубежами. Наставник выдаёт неверный знак поправки и неполный fault-маршрут; ученик должен отклонить переход, а не исправлять догадкой.

Что должен показать ученик

- Каждый рубеж имеет критерий и ответственного
- Откат описан до изменения
- Поправки сохранены и проверены после перезапуска
- Выполнена приёмка затронутых функций

Опорные источники

A3 PUMOTIX: программное выравнивание портала

A7 Syntec: Axis Application, Dual-Driver Application Manual

РАЗДЕЛ 08

Приёмка и контроль отказов

Результат: Доказать результат серией измерений и безопасными тестами.

Раздельные характеристики

В протоколе отдельно указывают перпендикулярность, повторяемость возврата, изменение по ходу и корректность реакций при отказе. Допуски и неопределённость метода согласуются до монтажа. Универсальный допуск «0,1 мм на любой станок» здесь не устанавливается.

Серия измерений

Учебный план может включать 10 повторных базирований из разрешённых стартовых положений и отдельные проверки после перезапуска и рабочего теплового состояния. Это пример организации испытания, не обязательная норма и не гарантия ресурса. Записываются исходные результаты, положение, температура/режим, прибор и версия конфигурации.

Что считать повторяемостью

Для каждого цикла измеряют одну и ту же физическую характеристику независимым средством. Размах=max−min описывает данную выборку. Стабильно неверный угол даёт хороший размах при плохой точности. Показания обоих счётчиков «0» сами по себе не показывают угол портала.

Отказы без опасной импровизации

Неполучение home, вход постоянно активен, перепутанные стороны, отказ привода, прерывание питания, предел и потеря достоверности обрабатываются по согласованному тест-плану. Сначала моделирование и безопасный стенд. На реальном станке не создают неконтролируемый перекос, не отключают мотор на ходу и не шунтируют защиту ради экзамена.

Порядок работы

1. Зафиксировать критерии до испытания
2. Проверить геометрию независимым методом
3. Собрать серию повторений
4. Проверить сохранение и восстановление
5. Закрыть fault-матрицу
6. Оформить ограничения и обучение

Практическое задание

Из двух наборов данных выбрать: «стабильно криво» и «выставлено, но неповторяемо». Составить разный план устранения. Отдельно принять корректный третий набор.

Что должен показать ученик

- Не усреднены недопустимые отдельные результаты
- Не потеряны исходные измерения
- Невыполненный критический тест не отмечен как годный
- Согласован способ восстановления после сбоя

Опорные источники

A8 Avid CNC: Machine Calibration

A11 Beckhoff: gantry operation

РАЗДЕЛ 09

Экономика и упаковка услуги

Результат: Проверить прибыльность полным расчётом, а не ценой платы.

Высокая маржа не доказана размером поля

Наличие проблемы и технических решений подтверждает существование задачи, но не объём спроса в вашем регионе. Производители продают функцию и в недорогих опциях. Публично встречается 10 000 руб. за опцию станка; PUMOTIX описывает свою программную опцию как бесплатную. Это не цены модернизации стороннего станка. Ценность исполнителя - обследование, интеграция, метрология, отказоустойчивость и ответственность за результат.

Три коммерческих продукта

1) Платное обследование с исходным протоколом и заключением пригодности. 2) Модернизация по подтверждённому маршруту с фиксированными границами и критериями. 3) Сервисная проверка повторяемости/состояния с резервированием. Замена ЧПУ выделяется отдельным проектом. Цена определяется после классификации и перечня зависимостей.

Полная себестоимость

Включите детали и доставку, инженерные часы обследования/проектирования/монтажа/испытания, выезд, документацию, обучение, привлечение клиента, резерв гарантийных обращений, накладные расходы и применимые платежи с выручки. Дешёвая плата не делает остальные статьи нулевыми. Неразделённая ответственность за старые дефекты может съесть весь результат.

Учебный расчёт

Условная цена 100 000 руб.; детали 12 000; инженерный труд 16×2000=32 000; выезд 8000; накладные 6000; резерв обращений 7000; привлечение 5000. Фиксированные затраты 70 000. При условном платеже 6% выручки остаётся 24 000, или 24% цены. Это не рыночная котировка и не налоговая рекомендация. Для остатка 35% при тех же исходных минимальная цена по модели 70 000/(1−0,06−0,35)≈118 644 руб.

Проверка ниши в работе

Начните с платных обследований и нескольких пилотов на одном поддерживаемом типе управления. Считайте конверсию обследование→проект, фактические часы, повторные выезды, гарантийные затраты и остаток на инженерный час. Только после этого вводите типовые пакеты. Не обещайте одинаковую цену для простого включения функции и полной замены системы.

Порядок работы

1. Разделить обследование и внедрение

2. Указать критерии и исключения в объёме

3. Посчитать все часы и обращения

4. Провести пилоты с фактической экономикой

5. Стандартизовать только повторяемую архитектуру

Практическое задание

Сравнить штатную настройку, внешний модуль и замену ЧПУ в калькуляторе. Добавить повторный выезд и увидеть изменение результата.

Что должен показать ученик

- Примерные цены не выданы за рынок

- Маржа не спутана с наценкой

- Гарантийные и инженерные затраты учтены

- Определены границы ответственности и входной диагностики

Опорные источники

A9 PUMOTIX: опубликованные опции

A10 Savinsname: автовыравнивание как опция

РАЗДЕЛ 10

Как обучать исполнителя и выпускать на объект

Результат: Перевести понимание алгоритма в наблюдаемые навыки.

Кому подходит специализация

Нужна база безопасного сервиса, чтения схем, сигналов, координат и измерений. Если сотрудник её не освоил, сначала проходится базовый курс. Электротехнические полномочия и разрешения OEM оформляются отдельно. Умение запустить мастер калибровки не равно способности спроектировать модернизацию.

Учебный план 40 часов

Предлагаемый внутренний план после базовой подготовки: 8 часов архитектуры и контроля отказов; 8 часов геометрии и метрологии; 8 часов контроллерного стенда; 8 часов интеграционного проекта; 8 часов сквозной приёмки и защиты решения. Реальные первые проекты выполняются под наблюдением наставника; объём практики определяется результатами, а не истечением часов.

Шесть обязательных демонстраций

Исполнитель должен: 1) обоснованно классифицировать станок; 2) получить воспроизводимое исходное измерение; 3) проследить соответствие L/R на схеме и стенде; 4) объяснить цикл и все блокировки; 5) провести предусмотренную интеграцию и приёмку; 6) передать конфигурацию, отчёт и порядок восстановления. Критическая ошибка прекращает практическую попытку.

Границы самостоятельности

Первый уровень - обследование и измерение по готовой методике. Следующий - типовая модернизация в проверенной архитектуре. Отдельный уровень - разработка новой схемы/PLC и замена ЧПУ. Руководитель разрешает конкретные системы и виды работ по наблюдённым навыкам. Неизвестный контроллер, недоступный OEM или неясная механика - повод эскалировать.

Порядок работы

1. Пройти базовую подготовку
2. Отработать метрологию и алгоритм на стенде
3. Решить неисправности без опасных действий
4. Выполнить проект с наставником
5. Сдать сквозную практическую оценку
6. Зафиксировать границы самостоятельности

Практическое задание

Экзамен: три машины с разной архитектурой, одна ошибка маркировки датчика, неопределённый допустимый перекос и две серии измерений. Ученик обязан остановить непроходимый этап и обосновать решение.

Что должен показать ученик

- Есть наблюдаемые действия, а не только тест
- Измерения воспроизводятся наставником
- Выбран обоснованный маршрут A/B/C или отказ
- Результат проверен отдельно от онлайн-балла

Маршруты по контроллерам

Таблица - карта проверки совместимости, не сертификат поддержки. Для каждого проекта фиксируют модель, плату, версию, профиль/PLC, приводы и схему аварийной реакции.

INECTRA

Маршрут: Штатная функция конкретной модели либо MABI-1

Проверить: Модель MSC/MAB, ревизия платы/ПО, схема STEP/DIR, режим выравнивания, входы и маршрут ошибки. Для MABI-1 опубликована отдельная схема NC Studio5.

> Нельзя переносить схему с общим плюсом на любую развязку.

A4 INECTRA MABI-1: карточка и документация

A5 INECTRA: официальные видеоинструкции

LinuxCNC

Маршрут: Два joints одной координатной оси + применимая HAL/INI

Проверить: Соответствие joint ↔ привод ↔ датчик; совместимое motion/I/O; условия удержания и остановки группы. Синхронизация финального хода не заменяет настройку всего цикла.

> Конфиг чужого станка и правила старой версии не являются шаблоном запуска.

A1 LinuxCNC: Homing Configuration, стабильная документация

myCNC

Маршрут: Gantry Alignment в подтверждённом профиле/контроллере

Проверить: Тип контроллера ET, число каналов, версия/профиль, метод alignment, назначение датчиков и макросов, аварийная обработка.

> Обычный homing и alignment могут быть разными макросами.

A2 myCNC: Gantry Alignment Macro Wizard

Purelogic / PUMOTIX

Маршрут: PUMOTIX с подходящим контроллером либо внешний PLC-S1

Проверить: Уточнить конкретный продукт: ПО, motion-контроллер и модуль - разные части. Проверить поддержку моторов, поправки базы и fault-последовательности.

> Название Purelogic само по себе не задаёт архитектуру.

A3 PUMOTIX: программное выравнивание портала

A6 Purelogic: модуль PLC-S1

Syntec

Маршрут: OEM-реализация dual-drive/coupling

Проверить: Точная модель и версия, лицензии/опции, инкрементальные или абсолютные датчики, ladder, критерии калибровки и разрешение AUTO.

> Dual-homing, выравнивание при Servo On и динамический gantry control - разные функции.

A7 Syntec: Axis Application, Dual-Driver Application Manual

LNC

Маршрут: Статус не подтверждён без карты модели

Проверить: Серия MW/иная, модель приводов, доступ к OEM, документированный алгоритм двух сторон, лицензии и контроль рассогласования.

> Не обещать функцию по бренду или наличию двух двигателей.

A13 LNC: официальный каталог систем управления

Weihong / NcStudio выше 5.x

Маршрут: Только подтверждённое исполнение Double-Y

Проверить: Модель платы/контроллера, ветка и версия ПО, каналы приводов, энкодеры, процедура отдельного базирования/калибровки.

> Правило «версия больше 5 - подходит» непригодно как критерий продажи.

A12 WEIHONG NK300: архивное описание Double Y

NcStudio 5.x

Маршрут: Штатную поддержку не считать доказанной; проверить внешний модуль или замену

Проверить: Для части плат есть опубликованная INECTRA схема MABI-1. Совместимость конкретной развязки, уровни и аварийная цепь проверяются отдельно.

> Отсутствие нативного dual-homing не означает обязательную замену ЧПУ.

A4 INECTRA MABI-1: карточка и документация

RichAuto DSP A11

Маршрут: Не закладывать нативный dual-homing без доказательства; обследовать внешний модуль/замену

Проверить: Зафиксировать точную ревизию интерфейсной платы и документацию. Совместимость MABI/PLC-S1 с конкретным A11 здесь не подтверждена.

> Не продавать «поддерживает/не поддерживает вообще» без оговорки о внешней архитектуре.

Матрица отказов

Заполните для конкретной машины допустимый безопасный способ тестирования, ожидаемую реакцию и доказательство. На реальном станке не имитируйте неконтролируемое движение или потерю удержания.

1. Нет сигнала второго home

Риск: Неподтверждённый поиск и рост рассогласования

Проектная реакция: Предусмотренные пределы пути/времени/разности; останов группы и запрет AUTO

Проверка: Симуляция/стенд; на машине только утверждённый безопасный тест

2. Вход home постоянно активен

Риск: Ошибочная фиксация базы или ход в неожиданную сторону

Проектная реакция: Проверка исходных состояний и штатная процедура выхода/ошибки

Проверка: Стенд с известной логикой входа

3. Перепутаны home L и R

Риск: Останавливается не та сторона

Проектная реакция: Верификация соответствия до движения; контроль согласованности

Проверка: Сначала диагностика входов без опасного движения

4. Отказ/не готов один привод

Риск: Вторая сторона может продолжать движение

Проектная реакция: Групповая реакция, сохранение недостоверного статуса и запрет AUTO

Проверка: Безопасная модель и тест по OEM

5. Разные масштабы/направления

Риск: Рассогласование растёт по ходу

Проектная реакция: Проверка настроек и измерений обеих сторон; останов при отклонении

Проверка: Нельзя исправить одним смещением home

6. Задержка/дребезг сигнала

Риск: Зависимость базы от скорости и условий

Проектная реакция: Диагностика входа и проводки; оценка фильтра и алгоритма захвата

Проверка: Серия измерений при разрешённых режимах

7. Смещение кронштейна

Риск: Стабильное возвращение к неверному углу

Проектная реакция: Контроль крепления и независимая геометрическая проверка

Проверка: Повторная калибровка после замены/удара

8. Потеря шага/проскальзывание после базы

Риск: Портал ушёл во время работы

Проектная реакция: Контроль движения/ошибок в доступной архитектуре; восстановление по процедуре

Проверка: Homing сам по себе не является динамической защитой

9. Рассогласование выше допустимого

Риск: Риск чрезмерного усилия в связанной механике

Проектная реакция: Не начинать/прекратить по проекту; безопасное установление состояния

Проверка: Допуск берётся из конструкции/OEM, не из калькулятора

10. Сбой/потеря питания внешнего модуля

Риск: Неизвестное прохождение команд и состояния

Проектная реакция: Предусмотренная реакция цепи разрешения, сохранение недостоверности

Проверка: Проверить схему, а не полагаться на LED

11. Отмена homing в промежуточной фазе

Риск: Стороны и координата могут быть несогласованны

Проектная реакция: Установить физическое состояние; штатное восстановление без самозапуска

Проверка: Обязательно проверить путь сброса/повторной попытки

12. Новая база затронула АТС/измеритель

Риск: Столкновение или неверная длина при формально успешном homing

Проектная реакция: Контроль всех затронутых машинных зависимостей до производства

Проверка: По карте влияния и OEM-плану

Обследование и решение о пригодности

Модель / SN: _____ Версия / проект: _____

Исполнитель: _____ Дата: _____

Проверка	Факт / документ / критерий
1. Модель / серийный номер / исходная комплектация	_____ _____
2. Тип механической связи сторон и фактическая база B	_____ _____
3. Рейки/винты/редукторы: состояние, люфт, крепления	_____ _____
4. ЧПУ / motion-плата / ПО / PLC или профиль: точные ревизии	_____ _____
5. Приводы и измерение: команда, энкодер, READY, ALARM	_____ _____
6. Существующие home/limit: стороны, тип, питание, логика	_____ _____
7. Копии параметров, макросов и схема восстановления	_____ _____
8. Исходная геометрия и повторяемость с методом и прибором	_____ _____
9. Допустимое рассогласование и способ его обоснования	_____ _____
10. Маршрут A / B / C / отказ; открытые критические вопросы	_____ _____

Решение / открытые вопросы: _____

Проверивший / подпись: _____ Основание: _____

Проект и интеграция

Модель / SN: _____ Версия / проект: _____

Исполнитель: _____ Дата: _____

Проверка	Факт / документ / критерий
1. Документированный алгоритм применим к модели/версии	_____ _____
2. Схема команд и входов, включая точное L/R	_____ _____
3. Удержание при остановке одной стороны подтверждено	_____ _____
4. Пределы пути, времени и рассогласования имеют основание	_____ _____
5. Внешний модуль: fault, режим, отказ питания и восстановление	_____ _____
6. Крепления и путь торможения проверены	_____ _____
7. Разрешение AUTO зависит от завершения нужных проверок	_____ _____
8. Карта влияния: база, АТС, измеритель, пределы, рабочие данные	_____ _____
9. Стендовые и статические испытания закрыты	_____ _____
10. Журнал изменений и критерии возврата согласованы	_____ _____

Решение / открытые вопросы: _____

Проверивший / подпись: _____ Основание: _____

Приёмка результата

Модель / SN: _____ Версия / проект: _____

Исполнитель: _____ Дата: _____

Проверка	Факт / документ / критерий
1. Требования и неопределённость метода согласованы заранее	_____ _____
2. Исходные замеры до и после сохранены	_____ _____
3. Перпендикулярность подтверждена независимым методом	_____ _____
4. Повторяемость подтверждена серией допустимых базирований	_____ _____
5. Сохранение поправок и поведение после перезапуска проверены	_____ _____
6. Проверка по ходу и тепловым условиям выполнена в согласованном объёме	_____ _____
7. Критические реакции fault-матрицы подтверждены безопасным способом	_____ _____
8. Затронутые АТС, измеритель и пределы проверены	_____ _____
9. Оператор показал штатный цикл и действия при ошибке	_____ _____
10. Переданы схема, конфигурация, копия, протокол и границы эксплуатации	_____ _____

Решение / открытые вопросы: _____

Проверивший / подпись: _____ Основание: _____

Контроль знаний

В интерактивном курсе варианты перемешиваются. Требуется не менее 85% и все критические ответы. Онлайн-результат не заменяет практику. В печатной версии правильный вариант первым, чтобы использовать её для разбора.

1. Два мотора всегда означают возможность dual-homing? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, требуется подходящая механика и предусмотренное раздельное базирование

2) Да, это достаточное условие

2. Автоскваринг каждый раз измеряет диагонали?

1) Нет, обычно восстанавливает откалиброванные опорные позиции

2) Да, по концевикам измеряются все четыре угла

3. Что означает NcStudio 5.x в оценке проекта?

1) Штатную функцию не считать доказанной; отдельно проверить внешний модуль или замену

2) Автовыравнивание невозможно любым способом

4. Достаточно NcStudio выше 5.x? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, нужны модель, плата, ПО и подтверждение Double-Y

2) Да, любое ПО с большим номером подходит

5. Разность диагоналей 1 мм задаёт ход стороны… [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Только после геометрической оценки, проверки знака и применимой процедуры

2) Всегда 0,5 мм

6. Равные диагонали любого четырёхугольника доказывают прямоугольность?

1) Нет, требуется проверить модель и другие геометрические условия

2) Да

7. Можно ли снять ENABLE одной стороны как универсальный способ остановки? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, надо обеспечить предусмотренное удержание и алгоритм

2) Да, на любом приводе

8. Успешный homing доказывает точный прямой угол? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, геометрия принимается независимо

2) Да, если оба счётчика нулевые

9. Автоскваринг устраняет люфт и кривые направляющие?

1) Нет, механические дефекты выявляют и устраняют отдельно

2) Да, если много раз повторить

10. Что делает отрицательная группа HOME_SEQUENCE в описанной LinuxCNC?

1) Синхронизирует финальный ход группы; нужна остальная корректная конфигурация

2) Автоматически настраивает любой портал целиком

11. Что определяет выбор alignment-алгоритма myCNC?

1) Подтверждённая конфигурация, контроллер, профиль и механика

2) Любой случайный макрос с подходящим названием

12. Бренд Purelogic однозначно означает одну схему?

1) Нет, PUMOTIX/контроллер и PLC-S1 - разные варианты

2) Да, все продукты одинаковы

13. При несрабатывании второго датчика допустимо ждать бесконечно? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, нужны предусмотренные ограничения и безопасная реакция

2) Да, пока не дойдёт

14. Внутренний энкодер мотора видит люфт за редуктором?

1) Не обязательно, это зависит от точки измерения и архитектуры

2) Всегда

15. Как испытать отказ датчика начинающему? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Сначала в модели/на безопасном стенде; на машине по утверждённому плану

2) Выдернуть разъём на движущемся портале

16. Почему опция за 10 000 руб. не равна цене retrofit?

1) В стороннем станке дополнительно нужны обследование, интеграция и приёмка

2) Потому что любую услугу надо просто умножить на десять

17. Наценка и маржа одинаковы?

1) Нет: наценка считается от затрат, маржа/доля остатка - от выручки

2) Да

18. Что важнее при приёмке: одно хорошее измерение или серия?

1) Согласованный план, независимые измерения и серия повторений

2) Одно удачное измерение

19. Нужно ли проверять АТС после изменения машинной базы? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Да, в объёме влияния проекта до производства

2) Нет, АТС никогда не зависит от базы

20. Онлайн-экзамен разрешает любой retrofit? [КРИТИЧЕСКИЙ]

1) Нет, нужны наблюдаемые навыки и решение на конкретные архитектуры

2) Да, при 100%

Ключи и критерии практической оценки

1. Два мотора всегда означают возможность dual-homing?

Нет, требуется подходящая механика и предусмотренное раздельное базирование

Число моторов не доказывает архитектуру.

2. Автоскваринг каждый раз измеряет диагонали?

Нет, обычно восстанавливает откалиброванные опорные позиции

Опорные датчики не являются диагональным измерителем.

3. Что означает NcStudio 5.x в оценке проекта?

Штатную функцию не считать доказанной; отдельно проверить внешний модуль или замену

Есть опубликованная схема MABI-1 для части плат NC Studio5.

4. Достаточно NcStudio выше 5.x?

Нет, нужны модель, плата, ПО и подтверждение Double-Y

Версия семейства не определяет аппаратную комплектацию.

5. Разность диагоналей 1 мм задаёт ход стороны…

Только после геометрической оценки, проверки знака и применимой процедуры

Связь зависит от a, b и B; калькулятор не команда ЧПУ.

6. Равные диагонали любого четырёхугольника доказывают прямоугольность?

Нет, требуется проверить модель и другие геометрические условия

Например, равные диагонали бывают у равнобедренной трапеции.

7. Можно ли снять ENABLE одной стороны как универсальный способ остановки?

Нет, надо обеспечить предусмотренное удержание и алгоритм

Снятие разрешения может изменить удержание механики.

8. Успешный homing доказывает точный прямой угол?

Нет, геометрия принимается независимо

Стабильная неправильная база тоже может завершаться без ошибки.

9. Автоскваринг устраняет люфт и кривые направляющие?

Нет, механические дефекты выявляют и устраняют отдельно

Смещение опорной позиции не ремонтирует механику.

10. Что делает отрицательная группа HOME_SEQUENCE в описанной LinuxCNC?

Синхронизирует финальный ход группы; нужна остальная корректная конфигурация

Одной группы недостаточно для всей интеграции.

11. Что определяет выбор alignment-алгоритма myCNC?

Подтверждённая конфигурация, контроллер, профиль и механика

Разные методы имеют разные условия.

12. Бренд Purelogic однозначно означает одну схему?

Нет, PUMOTIX/контроллер и PLC-S1 - разные варианты

Сначала идентифицируется конкретный продукт.

13. При несрабатывании второго датчика допустимо ждать бесконечно?

Нет, нужны предусмотренные ограничения и безопасная реакция

Продолжение движения может увеличивать усилие и перекос.

14. Внутренний энкодер мотора видит люфт за редуктором?

Не обязательно, это зависит от точки измерения и архитектуры

Обратная связь ограничена местом датчика.

15. Как испытать отказ датчика начинающему?

Сначала в модели/на безопасном стенде; на машине по утверждённому плану

Неконтролируемое создание перекоса недопустимо.

16. Почему опция за 10 000 руб. не равна цене retrofit?

В стороннем станке дополнительно нужны обследование, интеграция и приёмка

Сравниваются разные объёмы работ.

17. Наценка и маржа одинаковы?

Нет: наценка считается от затрат, маржа/доля остатка - от выручки

Нужен единый состав затрат и корректный знаменатель.

18. Что важнее при приёмке: одно хорошее измерение или серия?

Согласованный план, независимые измерения и серия повторений

Точность и повторяемость проверяются раздельно.

19. Нужно ли проверять АТС после изменения машинной базы?

Да, в объёме влияния проекта до производства

Машинные координаты могут участвовать в цикле смены.

20. Онлайн-экзамен разрешает любой retrofit?

Нет, нужны наблюдаемые навыки и решение на конкретные архитектуры

Самостоятельность ограничивается подтверждённой практикой.

Практическая оценка

Самостоятельно классифицировать неизвестную учебную машину, объяснить архитектуру и L/R, получить воспроизводимый замер, обнаружить блокирующий пробел, составить fault-матрицу и план приёмки. Затем выполнить разрешённый типовой проект с наставником и защитить результат. Критические решения выполняются без подсказок.

Руководитель фиксирует конкретные контроллеры/версии и виды разрешённых работ. Разработка новой схемы, изменение PLC, электрические работы и замена ЧПУ требуют своих подтверждённых компетенций.

Источники и проверка применимости

Проверено по открытым данным 2 ноября 2026. Документы производителей относятся к своим продуктам. Исторический документ Weihong - только ориентир для запроса актуального РЭ. Для LNC и конкретного RichAuto A11 совместимость в этом разборе не подтверждена.

A1. LinuxCNC: Homing Configuration, стабильная документация

Различие HOME/HOME_OFFSET, синхронизация финального хода группой HOME_SEQUENCE; ограничения jog связанных joints.

Открыть первоисточник

A2. myCNC: Gantry Alignment Macro Wizard

Производитель описывает несколько алгоритмов выравнивания; выбор и макрос зависят от конфигурации.

Открыть первоисточник

A3. PUMOTIX: программное выравнивание портала

Четыре точки, диагонали, ширина между датчиками; коррекция базы как тонкая настройка после предварительной выверки.

Открыть первоисточник

A4. INECTRA MABI-1: карточка и документация

Внешний модуль; есть ссылка на схему для платы развязки NC Studio5 с общим плюсом. Это не подтверждает любую плату 5.x или RichAuto.

Открыть первоисточник

A5. INECTRA: официальные видеоинструкции

Материалы по автоматическому выравниванию и переходу с NC Studio5; модель и ревизию всё равно проверяют.

Открыть первоисточник

A6. Purelogic: модуль PLC-S1

Описана коммутация STEP для двух приводов, удержание достигшей базы стороны и ошибка ожидания. Требуется актуальное РЭ и проект включения ошибки.

Открыть первоисточник

A7. Syntec: Axis Application, Dual-Driver Application Manual

Разные варианты связанного управления, абсолютного и инкрементального измерения. Параметры, PLC и сигналы зависят от версии.

Открыть первоисточник

A8. Avid CNC: Machine Calibration

Пример раздельного базирования Y1/Y2 и первоначальной калибровки перпендикулярности. Процедура относится к машинам Avid.

Открыть первоисточник

A9. PUMOTIX: опубликованные опции

Программное выравнивание указано как бесплатная опция. Это не стоимость лицензий, оборудования или интеграции целиком.

Открыть первоисточник

A10. Savinsname: автовыравнивание как опция

На 02.11.2026 опубликовано 10 000 руб. за опцию. Не является котировкой модернизации стороннего станка.

Открыть первоисточник

A11. Beckhoff: gantry operation

Пример контроля разности положения gantry-осей и ограничений при базировании. Не готовые настройки для другой системы.

Открыть первоисточник

A12. WEIHONG NK300: архивное описание Double Y

Архивный индексированный документ описывает исполнение Double-Y; прямая загрузка при проверке нестабильна. Для проекта запросить актуальное РЭ у производителя.

Открыть первоисточник

A13. LNC: официальный каталог систем управления

Каталог семейств не подтверждает dual-homing нужной деревообрабатывающей модели. Запросить спецификацию и алгоритм OEM.

Открыть первоисточник