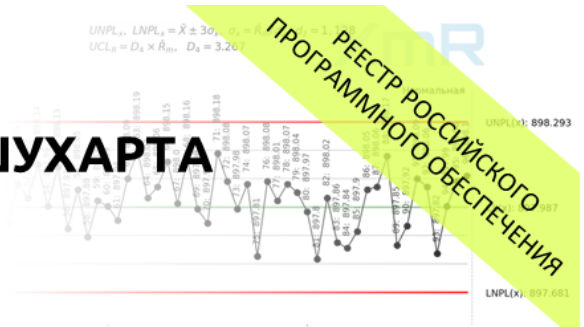




SPC, MSA, EMP, AI (ML)

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА ПРО-АНАЛИТИК + AI

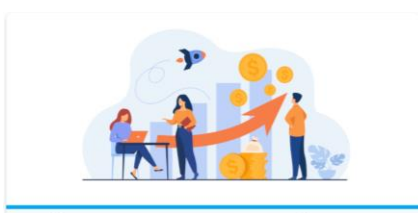
для Windows, Mac, Linux



Области применения контрольных карт Шухарта безграничны, а аналитическая методология Statistical Process Control (SPC) до сих пор является инновационной

Статистический контроль открывает дороги к улучшениям и инженерным инновациям, дает возможность измерить результаты любых попыток улучшений, делает процесс полностью прозрачным и измеримым. - [2] Э. Деминг

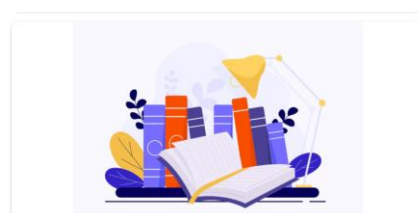
[Перейти](#)



Назначение контрольных карт Шухарта - запуск Цепной реакции Деминга

Улучшайте качество → За счет меньшего количества ошибок, переделок и задержек, а также лучшего использования машинного времени и материалов уменьшатся затраты → Повысится производительность → Займете рынок, предлагая лучшее качество по более низкой цене → Останетесь в деле → Сохраните и умножьте количество рабочих мест

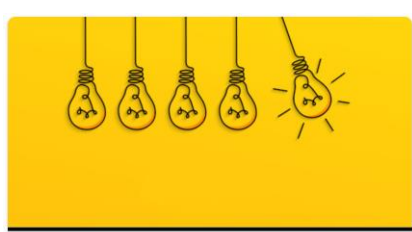
[Перейти](#)



Список литературы по методологии Statistical Process Control (SPC) используемой в нашем программном обеспечении

Разработанная и поддерживаемая нами программа служит для глубокого анализа ваших данных с использованием простых графических методов, соответствует требованиям российских ГОСТ, зарубежных стандартов ISO.

[Перейти](#)



Отличительные особенности ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI (для Mac, Linux, Windows)

Аналитический инструментальный нашего программного обеспечения может уверенно конкурировать с лучшими мировыми аналогами ПО для статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC) и обладает востребованными практиками в области качества и повышения операционной эффективности функционалом, которого нет у конкурентов.

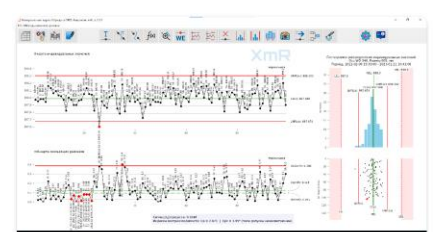
[Перейти](#)



Требования к аппаратному и программному обеспечению

Требования к аппаратному и программному обеспечению компьютера, на который планируется установить ПО «Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI (для Windows, Mac, Linux)». Описание функциональных характеристик ПО (PDF).

[Перейти](#)



Функции программы Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI (для Mac, Linux, Windows).

Описание функции программного обеспечения со скриншотами и демонстрационными видео.

[Перейти](#)

Области применения контрольных карт Шухарта безграничны, а аналитическая методология Statistical Process Control (SPC) до сих пор является инновационной

"Знаниям нет замены. Но перспектива использования знаний пугает".

[2] Э. Деминг, "Выход из кризиса"
(W. Edwards Deming, "Out of the Crisis")

Понимание [теории вариабельности](#) и применение контрольных карт Шухарта на всех уровнях управления компанией, без преувеличения, имеет наиважнейшее значение для конкурентоспособности российской промышленности.

Применение контрольных карт Шухарта позволяет находить производственные проблемы, как только они проявились и правильно реагировать на них, не совершая [ошибок первого и второго рода](#), ещё до того как они станут причиной брака и переделок.

Контрольные карты Шухарта незаменимы для совершенствования бизнес-процессов компании, качества производимой продукции и услуг, повышения эффективности персонала компании и действуют на новом, ранее недоступном, уровне эффективности принятых решений - без нового оборудования и без новых людей¹. [Открытые решения](#) и [статьи](#), представленные на нашем сайте, имеют цель указать лишь некоторые примеры таких решений.

¹*Смотрите один из примеров в открытом решении ["Новые станки, роботизация и приспособления – не панацея!"](#) и одно из пояснений в статье ["Правильные и неправильные пути использования полей допусков?"](#)*

Контрольные карты Шухарта - основной аналитический инструмент Статистического управления процессам (Statistical Process Control, SPC), с успехом применяются в промышленности, торговле, сфере обслуживания, здравоохранении, спорте, образовании, экологическом мониторинге, страховании, сферах безопасности, государственном управлении и в космосе (смотрите примеры ниже).

Инновационность методологии контрольных карт Шухарта подтверждается и тем, что даже знакомые с контрольными картами не понаслышке в большинстве случаев не имели возможности использовать их в полную силу.

Чего нет в книгах, непонятно или вообще неизвестно инженерам по контролю качества, так это того, что те же самые контрольные карты, которые посылают статистические сигналы производственному рабочему, также предоставляют руководству меру совокупности проблем, относящихся к самой системе (общим причинам).

Опять же, системные (общие) причины - это задачи для менеджмента.

- [Речь Э. Деминга в Японии в 1978г.](#)

«Быстрый обзор некоторых новых принципов управления»

Пояснение цитаты Э. Деминга (Григорьев С.П.)

Когда контрольная карта Шухарта демонстрирует признаки присутствия особых причин вариабельности в соответствии с зональными критериями Western Electric, это свидетельствует о нестабильном (непредсказуемом) поведении процесс и указывает производственному рабочему, что наблюдаемые в "красных" точках вариации обусловлены особыми причинами, которые следует устранить и если невозможно устранить одномоментно, взять под контроль - это в большинстве случаев можно сделать на цеховом уровне.

В то же время, контрольные границы (верхняя и нижняя красные линии) нестабильного процесса демонстрируют минимальный потенциал состояния процесса, к которому он придёт после устранения особых причин на цеховом уровне. Эти же контрольные границы и положение процесса (Центральная линия, CL) демонстрируют состояние, обусловленное общими (системными) причинами, когда дальнейшие улучшения в абсолютном большинстве случаев зависят от того, как спроектирован процесс, а это находится в компетенции высшего менеджмента компании. Но системными изменениями следует заняться только после устранения особых причин вариаций! Иначе вы не сможете оценить их результативность. Если же контрольная карта Шухарта демонстрирует стабильное (предсказуемое) поведение процесса - контрольные границы и среднее процесса демонстрирую, что процесс находится в лучшем состоянии, на которое он способен в существующей системе общих причин. И если это состояние процесса не удовлетворяет требованиям к нему, то только системные изменения смогут улучшить положение дел, а это подвластно только высшему менеджменту компании, но не цеховому.

Стабильное состояние процесса позволит отследить результативность предпринятых попыток улучшения системы, в которой и функционирует этот процесс.

Требовать от цехового персонала самостоятельных улучшений стабильного процесса, значит создавать демотивирующие условия для рабочих, в которых рождается малая и большая ложь. А любые искренние попытки рабочего персонала улучшить такой процесс приводят только к увеличению его вариабельности, что только ухудшает состояние процесса и вызывает разочарование в собственных силах.

Всем на предприятии и в первую очередь высшему менеджменту сегодня нужны новые знания. Каменный век закончился не потому, что закончились камни.

Статистическое управление процессами открывает дорогу к улучшениям и инженерным инновациям, дает возможность измерить результаты любых попыток улучшений, делает процесс по-настоящему прозрачным и измеримым. Многие знают о статистическом контроле качества на производстве. Это важно, но производство лишь малая часть общей системы. Можно добиться 100%-го успеха в рамках производства и, в конце концов, обанкротиться. Самое важное применение принципов статистического контроля качества, под которыми я подразумеваю знания об общих и особых причинах вариаций, в управлении человеческими ресурсами.

- [2] Эдвардс Деминг

Контрольные карты Шухарта единственный аналитический инструмент, который отвечает на вопрос "Что делать?", а не просто подсчитывает и сравнивает показатели, и наоборот, что не следует делать для улучшения контролируемого процесса, даже если такие действия кажутся логичными для наблюдателя.

Изучение максимально возможного числа источников вариации, влияющих на качество конечного продукта, а также принятие мер по её снижению должны стать ежедневными задачами менеджеров. Пока это не так, устаревший метод сортировки, переделки и повторной сортировки будет гарантированно приводить к отсутствию прогресса, низкой производительности и все возрастающей неконкурентоспособности.

Одними из самых мощных и эффективных инструментов улучшения производства путем уменьшения вариации оказались концепции и методы, созданные Уолтером Шухартом и развитые Уильямом Эдвардсом Демингом. Они помогают произвести перемены, столь важные для выживания любой компании.

Статистическое управление процессами — это в первую очередь целое мировоззрение, подкрепленное определенными методами. Это способ мышления, и в этом вся суть. Без такого мышления методы совершенно бесполезны! Обозначить важность контрольных карт для непрерывного совершенствования может только высшее руководство. Если высшее руководство оказывает этому активную поддержку, потенциальный эффект от внедрения контрольных карт превзойдет все ожидания!

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

Типы данных

Для анализа бизнес- и технологических процессов с помощью контрольных карт Шухарта подойдут любые данные измерений и подсчётов, например:

- данные контроля ключевых характеристик качества собственных полуфабрикатов и готовой продукции;
- данные контроля ключевых характеристик качества оказываемых услуг;
- данные входного контроля СИМ;
- любые ключевые показатели производительности (проектирование, закупки, производство, продажи, техническое обслуживание, склад и логистика и т. д.);
- любые финансовые показатели (управленческая и бухгалтерская отчётность), например, дебиторская и кредиторская задолженность, чистая прибыль (убыток), запасы, себестоимость продаж, коммерческие и управленческие расходы, показатели движения денежных средств (ДДС);
- частота событий (происшествий, инцидентов), любые данные подсчётов (дефекты, поломки, несчастные случаи, незапланированные остановки, инциденты нарушения безопасности и т. д.);
- данные предиктивной аналитики (контролируемые параметры функционирования дорогостоящего и ответственного оборудования);
- данные размера, веса, зазора, расхода, уровня жидкости, вибрации (вибродиагностика), давления, температуры, влажности, газового анализа, положения, скорости, силы, вязкости, плотности, твердости, радиоактивности, освещенности, запыленности, концентрации, наличия и количества примесей, трибодиагностики, кислотности, загрязненности, акустических измерений, электрических измерений и др. измерения.

Целевая аудитория для использования Контрольных карт Шухарта Промышленные, сервисные, логистические, торговые компании компании и организации

- Департаменты операционной эффективности и производительности.
- Службы качества (ОТК, лаборатории, дирекция по качеству).
- Руководители проектов развития производственных систем, Lean, Six Sigma.
- Руководители производственных подразделений (совершенствование качества, лучшее производственное планирование и повышение производительности). Идеальное место для использования контрольных карт Шухарта - там, где производятся ключевые характеристики качества, например, у рабочих мест операторов на цеховом уровне.
- Дирекция по закупкам (контроль качества закупаемых СИМ, входной контроль и работа с качеством продукции поставщиков).
- Руководители отделов продаж (лучшее управление планированием продаж и объективная оценка эффективности сотрудников отдела продаж).
- Руководители служб технического обслуживания ответственного оборудования и сооружений (контроль состояния и предиктивное техническое обслуживание).
- Руководители мониторинговых центров и аналитики в области кибербезопасности.
- Руководители финансовых подразделений компаний.
- Руководители отделов развития и обучения персонала (корпоративных университетов).
- Главные конструкторы предприятий R&D (для связи процессов цифрового проектирования с информацией о возможностях реальных производственных процессов).
- Менеджмент компаний.

Научно-исследовательские организации

- Аналитики.
- Учёные.
- Руководители лабораторий и испытательных стендов.

Организации здравоохранения

- Главный врач.
- Врач-лаборант.
- Лечащий врач.

Спортивные организации

- Главный тренер.
- Тренер.
- Спортивный врач.
- Спортивный аналитик.

В PQ Systems мы используем контрольные карты Шухарта в наших системах продаж, поддержки, бухгалтерского учета и других системах. Отслеживая количество исходящих и входящих звонков, продолжительность времени на звонки, количество контактов в каждом периоде, а также другие входные данные, благодаря контрольным картам Шухарта мы можем отслеживать тенденции и устанавливать реалистичные ожидания для отдельных лиц и отдела в целом.

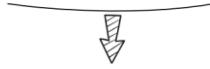
Вы не найдёте ни одного бухгалтера в нашей компании, представляющего чистую прибыль в этом месяце по сравнению с прошлым месяцем. Вместо этого, чистая прибыль отчётного месяца отображается на контрольной карте Шухарта вместе с предыдущими 24 или 36 месяцами.

Одно из самых больших преимуществ контрольных карт заключается в том, что субъективность сводится к минимуму, а решения принимаются на основе полученных данных. Голос процесса говорит вам, что происходит. Когда в систему вносятся изменения с целью улучшения, Контрольная карта Шухарта покажет вам, как процесс ведёт себя после изменения, чтобы вы могли определить результирующий эффект.

- Мэтт Сэвидж, вице-президент PQ Systems, Источник: www.forbes.com

Назначение контрольных карт Шухарта - запуск цепной реакции Деминга

Улучшайте качество



За счет меньшего количества ошибок, переделок и задержек, а также лучшего использования машинного времени и материалов уменьшаются затраты



Повысится производительность



Займете рынок, предлагая лучшее качество по более низкой цене



Останетесь в деле



Сохраните и умножьте количество рабочих мест

- [2] Цепная реакция, Эдвардс Деминг (Deming's Chain Reaction)

Контрольные карты Шухарта являются самым объективным инструментом оценки "как было" и "как стало", это единственный аналитический инструмент, который выступает в роли системы поддержки принятия решений и отвечает на вопрос "Что конкретно необходимо делать?", а не просто подсчитывает и сравнивает показатели.

С контрольными картами Шухарта понятие "качество" приобретает понятный всем операционный смысл.

Японцы поняли, что выгода, которую вы получаете с помощью статистических методов, - это выгода, которую вы получаете без нового оборудования, без новых людей.

Статистическое мышление и статистические методы для японских производственных рабочих, мастеров и всех сотрудников компании являются вторым языком.

При статистическом контроле у вас есть воспроизводимый продукт час за часом, день за днем. Руководство знает, что они могут производить и каковы будут их затраты.

- Э. Деминг, [фильм "Если Япония может, почему не можем мы?"](#)

Для оперативного диагностирования процесса и принятия необходимых мер к нему, избегая совершения [ошибок первого и второго рода](#), могут быть использованы данные "голоса" любого процесса, собираемые автоматизировано или вручную. Уже на протяжении почти ста лет нет лучшего инструмента для отделения "сигнала" от "шума", чем контрольные карты Шухарта.

Для анализа подойдут показатели, декомпозированные в разрезе любого фактора (источника вариабельности), например:

- любые ключевые показатели эффективности закупок, продажах, проектирования, технического обслуживания оборудования и т. д., в том числе для план-фактного анализа отклонений;
- данные входного контроля СИМ, управления качеством поставщиков, качества собственных полуфабрикатов и продукции;
- частота событий, происшествий, любые данные подсчётов;
- данные размера, производительности, вибрации (вибродиагностика), зазора, расхода, уровня жидкости, давления, температуры, влажности, газового анализа, положения, скорости, силы, вязкости, плотности, твердости, радиоактивности, освещенности, запыленности, концентрации, наличия и количества примесей, трибодиагностики, кислотности, загрязненности, акустических измерений, электрических измерений и др. измерения.

«Статистическое управление процессами дает возможность измерить результаты любых попыток улучшений».

[2] Э. Деминг, "Выход из кризиса" (W. Edwards Deming, "Out of the Crisis")

Прогнозируйте и вырабатывайте с помощью нашего программного обеспечения решения направленные на существенное повышение эффективности процессов и бизнеса в целом, ранее недоступные вашей команде.

«Любая организация, планирующая эффективно использовать контрольные карты, сначала должна сломать все барьеры, описанные Демингом.

Нельзя просто «внедрить статистическое управление процессами». Контрольные карты не работают в вакууме. Их использование выдвигает определенные требования к рабочим и менеджменту, и организация должна сделать все возможное, чтобы отвечать этим требованиям. Когда философия работы с контрольными картами станет частью корпоративной культуры или даже частью структуры самой организации, отдельные помехи со стороны рабочих или администрации уже не смогут ничему помешать.

Статистическое управление процессами — это в первую очередь целое мировоззрение, подкрепленное определенными методами. Это способ мышления, и в этом вся суть. Без такого мышления методы совершенно бесполезны! Обозначить важность контрольных карт для непрерывного совершенствования может только высшее руководство. Если высшее руководство оказывает этому активную поддержку, потенциальный эффект от внедрения контрольных карт превзойдет все ожидания!»

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

Методология контрольных карт Шухарта (Statistical Process Control, SPC) реализованная в нашем программном обеспечении

Разработанная и поддерживаемая нами программа служит для глубокого анализа ваших данных с использованием простых графических методов, соответствует требованиям российских ГОСТ, зарубежных стандартов ISO и самым последним методологиям в области статистических методов управления процессами (Statistical Process Control, SPC).

Список основной литературы по методологии используемой в нашем программном обеспечении:

- [\[4\]](#) Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")
- [\[9\]](#), [\[19\]](#), [\[20\]](#), [\[21\]](#), [\[25\]](#), [\[26\]](#), [\[29\]](#), [\[31\]](#), [\[33\]](#), [\[34\]](#) - Дональд Уилер. Статьи в научных изданиях о применении контрольных карт Шухарта в промышленности.
- [\[2\]](#) Э. Деминг, "Выход из кризиса" (W. Edwards Deming, "Out of the Crisis")
- [\[11\]](#) ГОСТ Р ИСО 7870-1-2011 (ISO 7870-1:2007), ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 (ISO 7870-2:2013) - Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
- [\[12\]](#) ГОСТ 51814.3-2001 – Системы качества в автомобилестроении. Методы статистического управления процессами.
- [\[22\]](#) The Boeing Company "Advanced Quality System Tools" (Передовые инструменты системы качества), 1998г.

Ссылки на полнотекстовые документы используемых материалов смотрите в разделе [Библиографии сайта](#)

Отличительные особенности программного обеспечения Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

Непрерывная активная разработка ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI, поставляемых с обновлениями новых функций, удивит даже искушённых аналитиков. Анализ данных в нашем программном обеспечении ПРО-Аналитик +AI превращается в увлекательную игру с информацией, представленной цветом и формой, в виде динамически обновляемых графиков при использовании элементов управления с выпадающими списками, которые позволяют производить выбор из списка прокруткой колеса мыши.

Это лучшая альтернатива зарубежным программам для статистического анализа: Minitab, STATISTICA (StatSoft), Minitab, IBM SPSS Statistics, SAS, JMP, Q-DAS, SQCpack, Synergy SPC, SigmaXL, QI Macros, SPC for Excel, Quality Companion, TIBCO Statistica, SigmaZone, Quality America SPC for Excel, InfinityQS, Statgraphics, DataLyzer SPC software, EwQIMS, Intelx Quality Management Software, Lean Six Sigma Toolbox и др.

Приобретая наш программный продукт, вы получаете конкурентные преимущества посредством автоматизации статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC) и доступа к уникальным, по мировым меркам, компетенциям профессионалов нашего Центра в области менеджмента Э. Деминга и применения контрольных карт Шухарта для совершенствования качества и эффективности бизнеса как системы, в чём вы сможете убедиться, воспользовавшись нашей поддержкой.

Программный продукт позволяет импортировать структурированные данные из табличных файлов: XLSX; XLS; XLSB; ODS. Возможно расширение функционала через подключение к различным корпоративным базам данных.

В ПО реализованы функции автоматизации методов Статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC), Многомерного статистического анализа (Multivariate Statistical Analysis), Машинного обучения (Machine learning, ML), готовятся к выпуску обновления с новыми функциями анализа данных с применением технологий искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI).

Функции Машинного обучения (Machine learning, ML) уже включают:

- [Множественная линейная регрессия.](#)
- [Деревья решений \(регрессия и классификация\).](#)
- [Нейронные сети \(регрессия и классификация\).](#)
- [Кластеризация алгоритмами BIRCH и Gaussian Mixture.](#)

Аналитический инструментарий нашего программного обеспечения (ПО), не имеет российских аналогов, может уверенно конкурировать с лучшим мировым ПО для статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC) и обладает востребованными практиками в области качества и повышения операционной эффективности функционалом, которого нет у конкурентов, в частности:

(в список ниже включён не весь функционал нашего программного обеспечения, а только тот, которого нет конкурентов в части Статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC))

1. Интерфейс программного обеспечения полностью на русском (родном) и английском языках.
2. В программном обеспечении анализ данных может быть произведён по неограниченному количеству справочникам факторов (видам источников вариации) используемых для подписей точек и разделения графика контрольной карты вертикальными линиями зон действия факторов на XmR-карте индивидуальных значений и скользящих размахов, XbarR-карте средних и размахов подгрупп.
3. Автоматизированная группировка данных в рациональные подгруппы по справочникам факторов используемым в качестве видов источников вариации для XbarR-карты средних и размахов подгрупп позволяет произвести анализ данных по неограниченному количеству источников вариаций.
4. Разгруппирование данных, которые были собраны и записаны, как подгруппы размером $n > 1$, для осуществления перегруппировки данных в рациональные подгруппы и оценки влияния на процесс различных источников вариаций. Анализ всех данных, импортируемых для построения контрольных карт Шухарта, начинается с построения XmR-карты индивидуальных значений и скользящих размахов. Если исходные данные содержат предварительно сгруппированные данные для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп, они проходят автоматическую разгруппировку для первичного построения XmR-карты с созданием новых столбцов факторов "№ Подгруппы" и "№ (имя) в Подгруппе". После этого можно провести построение XbarR-карты средних и размахов подгрупп, воспользовавшись функцией рациональной группировки данных. Во-первых такое решение соответствует настоятельной рекомендации Дональда Уилера начинать анализ данных с построения XmR-карты индивидуальных значений (карты хода процесса), а во-вторых это позволяет производить перегруппировку данных по любому типу факторов, записи которых присутствуют в исходных данных.
5. Трёхсторонняя контрольная карта, разработанная Дональдом Уилером в 1982 году.
6. Представление данных гистограммы в виде дополнительной точечной диаграммы, которая демонстрирует то, что скрывает от аналитика гистограмма.
7. Демонстрация накопления столбцов гистограммы из точек данных точечной диаграммы.
8. Отражение на гистограмме производственных суженных допусков для сортировки продукции "в допуске" и "не в допуске" с учётом ошибки и смещения измерительной системы.
9. Оценка измерительного процесса (Evaluating the Measurement Process, EMP)
10. Определение минимального эффективного инкремента (приращения) для измерительной системы.

11. Контрольная XbarR-карта для средних и размахов подгрупп, с выбором размера подгруппы от 2 до 100, при том что в [11] ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 имеются коэффициенты для построения контрольных XbarR-карт только до 25 подгрупп.
12. Автоматическое [конвертирование CSV, JSON файлов](#) в один файл Excel для использования в нашем программном обеспечении, например, отчёты CSV координатно-измерительных машин, КИМ (англ., coordinate measuring machine, СММ).
13. Контрольные карты Шухарта могут быть построены аналитиком с помощью [симулятора по историческим данным](#), последовательно добавляемых на контрольную карту в порядке их образования.
14. Функция [автоматического обновления графиков](#) контрольных карты Шухарта и гистограммы со всеми 37-ю сохранёнными настройками пользователя. Эта функция предоставляет возможность настроить автоматическое обновление графиков с выбранным таймаутом или использовать список настроенных графиков для быстрого их открытия с обновлёнными данными.
15. [Двустороннее закрепление контрольных границ](#) для повышения чувствительности контрольной карты Шухарта при оперативном контроле процесса и для аналитической работы.
16. [Закрепление масштаба по оси Y \(оси значений\)](#) для возможности визуального сравнения ширина разброса различных данных, закрепление масштаба гистограммы по осям X, Y и ширине кармана для сравнения гистограмм разных наборов данных.

Вместо того чтобы наполнять наше ПО различными заумными инструментами теоретической статистики, мы акцентируем внимание на полноценном практическом использовании самых эффективных методов статистического управления процессами (Statistical Process Control, SPC) и постоянно наращиваем их аналитическую функциональность.

Поддержка пользователей осуществляется профессионалами нашего Центра на русском языке.

Основной принцип нашего ПО: Установи и используй. Это лучшее решение для оперативного ведения контрольных карт Шухарта на цеховом уровне и последующей аналитической работы с контрольными картами, а также для мониторинга ключевых показателей процессов в центрах диспетчеризации и на телевизионных панелях в комнатах для совещаний и кабинетах руководителей.

Особое достоинство — интерфейс программы, который разработан для лёгкого использования имеющихся функций. Ничего запоминать не надо - все кнопки имеют картинки с интуитивно понятным смыслом функций, которыми они управляют и имеют всплывающие подсказки. Мы непрерывно работаем над совершенствованием нашего ПО, как в части новых функций, так и в части снижения когнитивной нагрузки на пользователей.

Рекомендуемая дорожная карта сотрудничества

[Наше программное обеспечение](#)



[Экспресс-обследование предприятия](#)



[Обучение персонала](#)



[Сопровождение мероприятий по совершенствованию
качества и производительности](#)



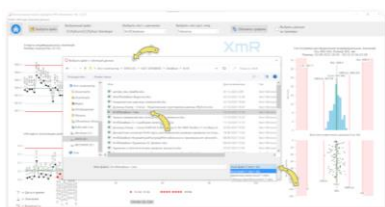
Свяжитесь с нами, для обсуждения ваших идей и потребностей.

ПО «Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI (для Windows, Mac, Linux)» Требования к аппаратному и программному обеспечению.

Требования к аппаратному и программному обеспечению компьютера, на который планируется установить

- Операционная система: Windows (от Windows 8), Mac, Linux;
- Программная среда для работы нашего ПО: [Python 3.10.X](#);
- Оперативная память 4 Gb и выше;
- Жесткий диск от 80GB (при установке ПО используется около 600 Мбайт);
- Монитор (дисплей) с разрешением от 1920x1080. *На мониторах меньшего разрешения программное обеспечение полноценно работает, но комфортность будет ниже;*
- Мышь, клавиатура.

Мы оказываем помощь в установке программного обеспечения и настройке интерфейса под размеры экрана посредством удалённого доступа через [AnyDesk](#) или [Zoom](#).



Выбор табличного файла для построения контрольной карты, гистограммы и точечного графика.



Программный продукт позволяет импортировать данные из табличных файлов (XLSX, XLSB, ODS) для автоматического построения контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика.

[Перейти](#)



Автоматическое конвертирование CSV, XLSX, JSON файлов в один файл Excel для построения контрольных карт Шухарта.



Функция автоматизированного конвертирования файлов CSV, XLSX, JSON из выбранной пользователем папки позволяет преобразовать все имеющиеся в них данные в один файл Excel (*.xlsx) в форму, используемую в нашем программном обеспечении.

[Перейти](#)



Симулятор последовательного построения контрольной карты по историческим данным



Уникальная функция симулятора последовательного построения контрольных карт Шухарта (XmR) по историческим данным, как если бы карту вели те, кто вводят данные, например, операторы в цехе.

[Перейти](#)

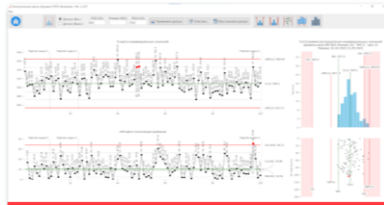


Автоматическое обновление графиков контрольных карт Шухарта со всеми сохранёнными настройками пользователя (43 параметра)



Автоматическое обновление графиков контрольных карт Шухарта с выбранным таймаутом или использование списка настроенных графиков для открытия с обновлёнными данными.

[Перейти](#)

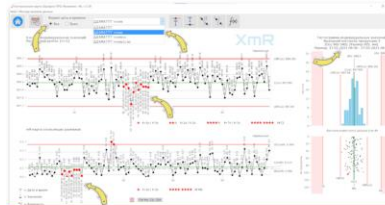


Гистограмма распределения индивидуальных значений, контрольные границы, клиентский и производственный сушенный допуск и точечный график (стратификация данных), карманы гистограммы.



На графике гистограммы отображаются распределения индивидуальных значений с контрольными границами процесса и установленными границами допуска (спецификации, плановых показателей)...

[Перейти](#)



Подписи точек, σ (сигма), индексы воспроизводимости Cp и Cpk



Форматирование даты и времени, подписи к точкам, вертикальные разделители, разрыв соединительной линии графика для визуального разделения серий точек, блоки формул для расчёта σ (сигма) и значений σ (сигма) с индексами воспроизводимости Cp и Cpk

[Перейти](#)



Масштабирование графиков контрольных карт Шухарта и гистограммы по осям X и Y



Функция изменения масштаба графиков оси [X] позволяет вывести только интересующий вас участок серии точек контрольной карты, а масштабирование по оси [Y] упрощит визуальное сравнение разброса данных различных контрольных карт. Масштабирование графика гистограммы упрощает визуальное сравнение гистограмм и точечных графиков, построенных для разных наборов данных.

[Перейти](#)



Зональные критерии Western Electric для контрольных карт Шухарта



Вы можете включать или отключать любые правила, применяемые к контрольной карте Шухарта для сигнализации о присутствии особых причин наблюдаемых вариаций с выделением таких точек или целых серий красным цветом и формой в соответствии с **зональными критериями Western Electric**.

[Перейти](#)

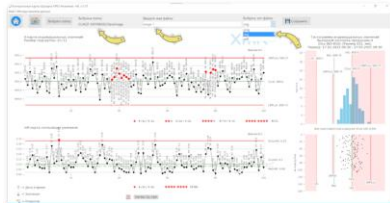


Демонстрационное удаление выбранных точек (подгрупп) из контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика. Гипотетические возможности процесса



Эта функция позволяет удалить "красные" точки (подгруппы) и позволяет получить гипотетические возможности анализируемого процесса "что если", при условии устранения особых причин.

[Перейти](#)



Экспорт графиков контрольных карт Шухарта, гистограммы и точечного графика в формате картинки



Вы можете сохранить графики контрольных карт Шухарта, гистограммы распределения индивидуальных значений и точечного графика со всей выведенной на них информацией в виде графического файла высокого разрешения в векторном или растровом формате (PDF, SVG, PNG). Полученную картинку можно отправить членам своей команды или вставить в любые формы отчетов и презентации.

[Перейти](#)



Одностороннее и двустороннее закрепление контрольных границ для повышения чувствительности контрольной карты Шухарта при оперативном контроле процесса и для аналитической работы



Применяется для прогнозирования поведения стабильного процесса в будущем (для нового ряда точек) и для повышения чувствительности контрольной карты. Новые точки контролируются относительно зафиксированных контрольных границ.

[Перейти](#)



Контрольные границы для отдельных серий точек (подгрупп) контрольной карты Шухарта



Функция построения контрольных границ, рассчитанных для отдельных серий подгрупп выбранных пользователем, позволяет выделять несколько областей с кратковременными стабильными состояниями процесса.

[Перейти](#)



Ручной ввод данных с одновременным отражением новой точки на контрольной карте Шухарта, гистограмме и точечном графике



Установите компьютер с нашим программным обеспечением у рабочего места оператора в цехе и начните работу с качеством производства на цеховом, а не кабинетном уровне.

[Перейти](#)



Рациональная группировка данных для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп по выбранным источникам вариаций и размеру подгрупп. Трёхсторонняя контрольная карта.



Функция рациональной группировки данных использует все преимущества XbarR-карты средних и размахов подгрупп в части возможности группировки данных в зависимости от изучаемого источника вариаций.

[Перейти](#)



Анализ измерительных систем



Ошибка и погрешность; смещение; эффективный инкремент; оценка измерительного процесса (Evaluating the Measurement Process, EMP)

[Перейти](#)

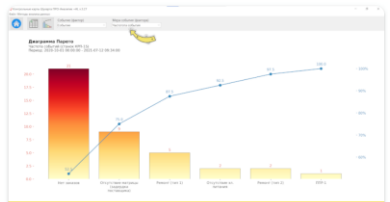


Диаграмма Парето (Pareto chart)



Вы можете провести анализ по любому количеству столбцов мер (показателей эффективности), моментально перестраивая диаграмму Парето

[Перейти](#)



Диаграмма Исикавы (Ishikawa diagram)



Функция построения и редактирования классической диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram) для поиска причин проблем.

[Перейти](#)



Многомерный статистический анализ MSA (Multivariate Statistical Analysis)



Графики парной корреляции (диаграмм рассеяния) с гистограммами распределения и тепловая корреляционная матрица для неограниченного числа факторов.

[Перейти](#)



Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение математических моделей алгоритмом Множественной линейной регрессии (Multiple Linear Regression)

Множественная линейная регрессия относится к категории алгоритмов машинного обучения (Machine learning, ML) с учителем и используется для предсказания непрерывных значений зависимой переменной при наличии множества независимых переменных (факторов).

[Перейти](#)



Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение и применение математической модели Деревьев решений (Decision Trees) методами регрессии и классификации

Деревья решений относятся к категории алгоритмов машинного обучения (Machine learning, ML) с учителем и используются для предсказания как непрерывных (регрессия), так и для категориальных (классификация) выходных переменных.

[Перейти](#)



Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение и применение математической модели Нейронных сетей (Neural networks) методами регрессии и классификации

Нейронные сети относятся к категории алгоритмов машинного обучения (Machine learning, ML) с учителем и используются для предсказания как непрерывных (регрессия), так и для категориальных (классификация) выходных переменных.

[Перейти](#)



Машинное обучение (Machine learning, ML). Кластеризация BIRCH, Gaussian Mixture

Кластеризация – это метод машинного обучения, который используется для группировки похожих экземпляров в отдельные кластеры данных. Этот метод используется в задачах машинного обучения без учителя.

[Перейти](#)



Пользовательские настройки интерфейса программы

Функция настройки пользовательского интерфейса включает настройку размера области с графиками, размеров кнопок и размер шрифта.

[Перейти](#)

Выбор табличного файла для построения контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика. Кнопка [Выбор табличного файла]

Программный продукт позволяет импортировать структурированные данные из табличных файлов: XLSX; XLS; XLSB; ODS, для автоматического построения контрольной карты Шухарта с гистограммой и точечным графиком, [диаграммы Парето](#), [многомерного анализа](#) и [машинного обучения](#).

Вы можете загрузить примеры табличных файлов для построения контрольной карты Шухарта с гистограммой и точечным графиком: [XLSX](#); [XLS](#); [XLSB](#); [ODS](#)

Не изменяйте порядок столбцов с данными и не изменяйте названия столбцов, т.к. форма записи исходных данных уже является стандартом для многих предприятий, и не только использующих наше программное обеспечение. Не изменяйте название вкладки [Tolerance], вкладка с данными [XmRDatabase] может быть переименована. Для импорта данных в ПО потребуется заполнить таблицы на вкладках [XmRDatabase] и [Tolerance]. Порядок размещения данных на вкладке [XmRDatabase] от самого старого в верхней строке таблицы до самого нового в нижней строке, в хронологическом порядке выпуска продукции, именно выпуска, а не порядка измерения образцов.

Частая ошибка! Изделия поступающие для контроля передаются в общую кучу, а контролёры выбирают их по принципу, что удобно взять в первую очередь и в этом же порядке делают записи, хронологический порядок выхода продукции утрачивается.

Если для импорта данных в ПО используются предварительно организованные в подгруппах данные, потребуется заполнить таблицы на вкладках [XbarRDatabase] и [Tolerance]. Вы можете загрузить пример табличного файла для этого случая [XLSX](#). Для подготовки данных в табличных файлах могут быть использованы следующие офисные программные продукты:

1. [«P7-Офис»](#)
2. [«Мой офис»](#)
3. [«Яндекс Документы»](#)
4. [«Google Таблицы»](#)
5. [«Microsoft Office Excel»](#), [«Microsoft 365»](#)
6. [«LibreOffice»](#)
7. [«OpenOffice»](#)
8. [«WPS Office»](#) - Китай. Очень достойная бесплатная альтернатива офисному пакету Microsoft
9. [«FreeOffice»](#)
10. [«Microsoft Office Excel»](#), [«Microsoft 365»](#)
11. [«Apple iWork»](#)

Важно! Если вам потребуется производить группировку данных для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп, в таблице исходных данных должен присутствовать как минимум один столбец факторов. Если у вас вообще нет записей о факторах, тогда в единственном столбце факторов вставьте любое строковое значение, например, [Не указан].



Рисунок 1. Кнопка выбора табличного файла для построения контрольной карты, гистограммы и точечного графика. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Импорт данных из табличных данных]

Условные обозначения: UNPL(x) - Upper Natural Process Limit / Верхняя естественная граница процесса; CL(x) - Center Line / Центральная линия (среднее процесса); LNPL(x) - Lower Natural Process Limit / Нижняя естественная граница процесса; LSL(x) - Lower Specification Limit / Нижняя граница допуска; NSL(x) - Nominal Specification Line / Линия номинала поля допуска; USL(x) - Upper Specification Limit / Верхняя граница допуска; UCL(mR) - Upper Control Limit(mR) / Верхняя контрольная граница скользящих размахов CL(mR) - Center Line(mR) / Центральная линия скользящих размахов (среднее mR); Me(mR) - Median Line(mR) / Линия медианы скользящих размахов



Рисунок 2. Панель выбора файла для построения контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Выбрать файл]. В чек-боксе [Выбрать данные из примера] не установлена галочка.

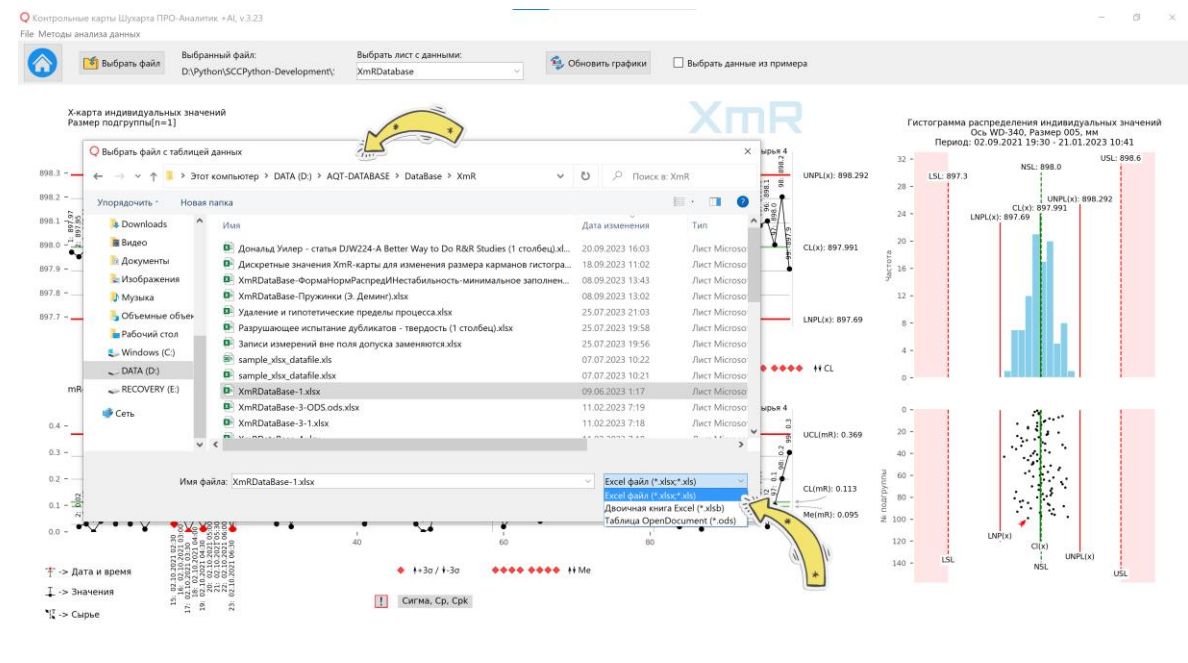


Рисунок 3. Окно выбора табличного файла (XLSX, XLS, XLSB, ODS) для построения контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика.

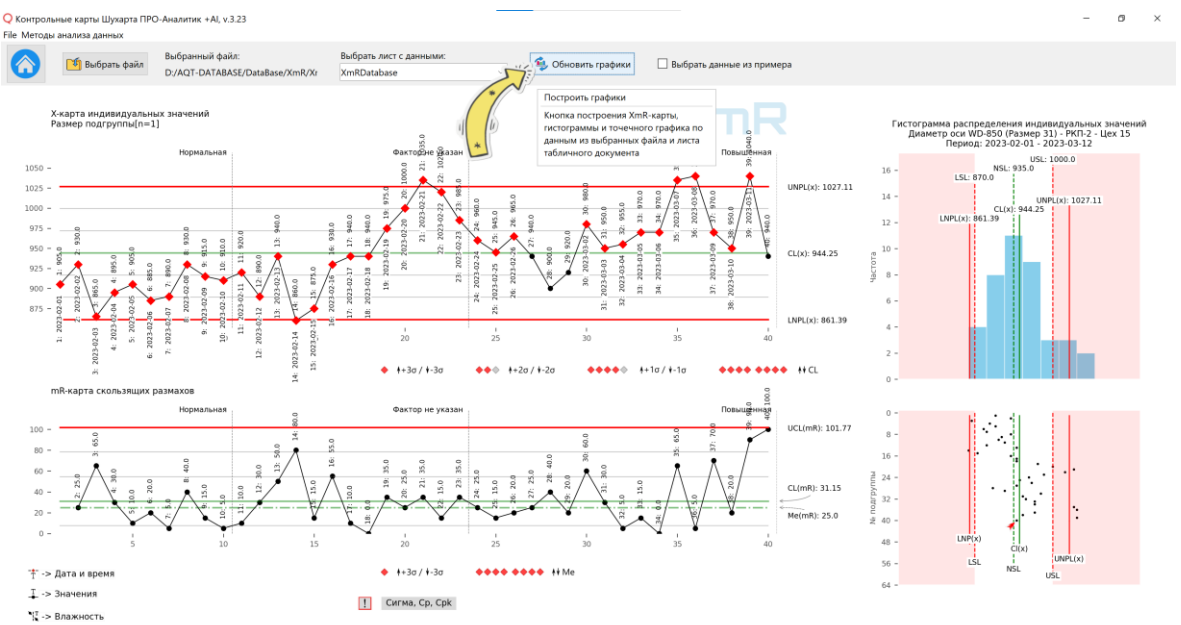


Рисунок 4. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Обновить график] для перестроения графика по выбранным данным. Результат построения контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика по данным из выбранного табличного файла.

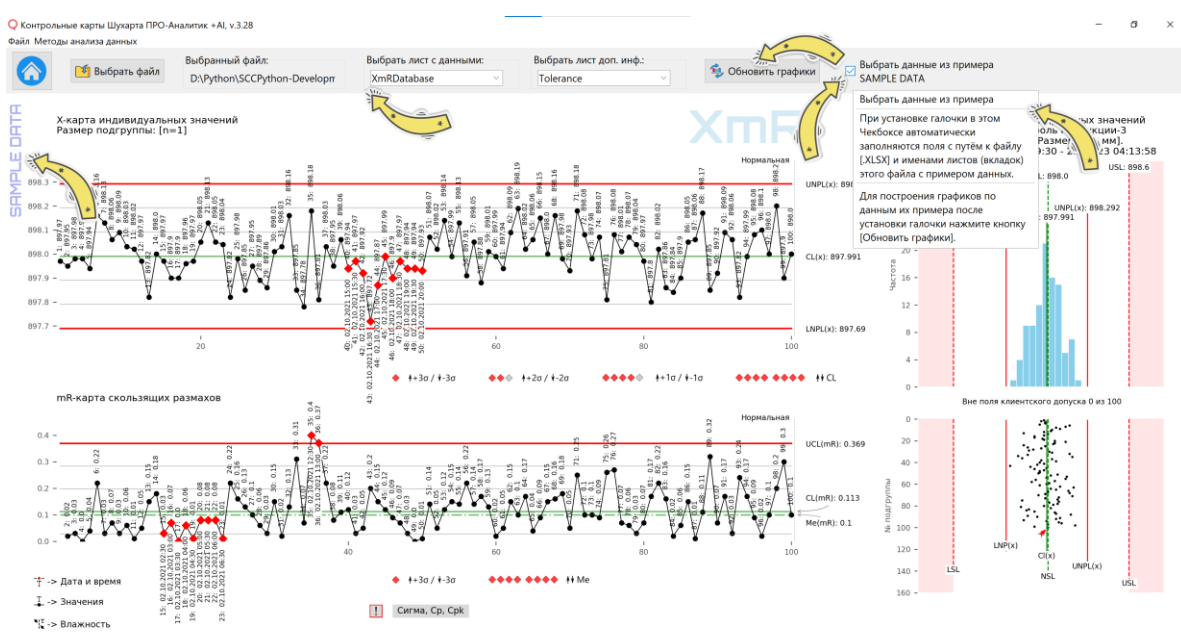


Рисунок 5. При установке галочки в Чекбоксе [Выбрать данные из примера] поля пути к файлу данных и листу файла заполняются автоматически. Для обновления графика по данным из примера нажмите кнопку [Обновить график]. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле Чекбокса [Выбрать данные из примера SAMPLE DATA]. В поле с графиками в верхнем левом углу выведена надпись SAMPLE DATA

Вы всегда можете обратиться к файлу с примером данных и использовать его в качестве шаблона для своих данных при построении контрольной карты или для применения других видов анализа данных. При наведении курсора мыши на поле с выбранным файлом открывается всплывающая подсказка с путём к выбранному файлу данных, а при установленной галочке в Чек-боксе [Выбрать данные из примера] это поле будет заполнено путем к файлу-примеру.



Рисунок 6. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле с путём к выбранному файлу данных в блоке [Выбранный файл:].

Выбор детали (объекта) и контролируемого размера (показателя)
Мы рекомендуем вести в одном файле-источнике данных (*.xlsx) данные Размеров (характеристик) однородных Деталей (объектов). Например, все Размеры одной Детали. Это позволит быстро, без выбора нового файла-источника, перестроить контрольную карту с гистограммой и точечным графиком выбрав Размер (характеристику) необходимой Детали (объекта) в соответствующей панели управления, смотрите рисунки 5 и 6.

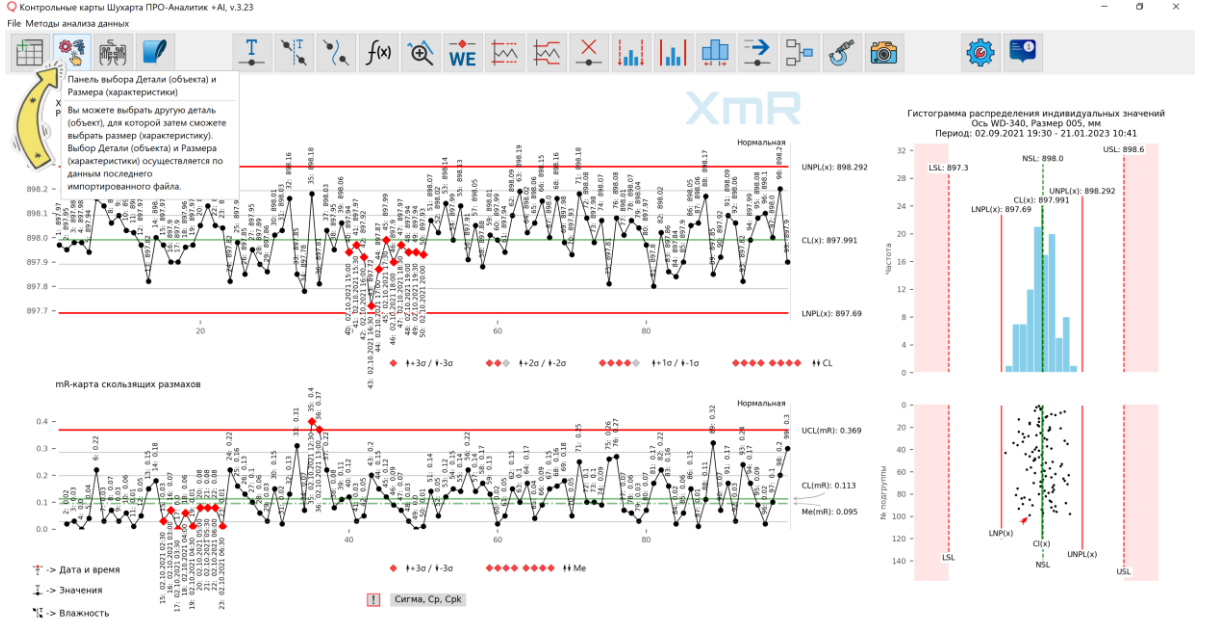


Рисунок 7. Кнопка перехода к панели управления выбором Детали (объекта) и Размера (характеристики) из главного окна программы.



Рисунок 8. Панель управления выбором Детали (объекта) и Размера (характеристики).

Вы можете изменять выбранное значение в полях Детали (объекта) и Размера (характеристики) или использовать колесо прокрутки мыши при наведённом курсоре мыши на соответствующее поле для последовательного выбора значений.



Рисунок 9. Панель управления выбором Детали (объекта) и Размера (характеристики). Открыт выпадающий список Деталей (объектов) в импортированном файле данных.



Рисунок 10. Панель управления выбором Детали (объекта) и Размера (характеристики). Открыт выпадающий список Размеров (характеристик) в импортированном файле данных.



Рисунок 11. Панель управления выбором Детали (объекта) и Размера (характеристики). После изменения значений в полях Детали (объекта) и/или Размера (характеристики), контрольная XmR-карта автоматически перестраивается по этим данным.

Анализ всех данных, импортируемых для построения контрольных карт Шухарта, начинается с построения XmR-карты индивидуальных значений и скользящих размахов. Если исходные данные содержат предварительно сгруппированные данные для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп, они проходят автоматическую разгруппировку для первичного построения XmR-карты с созданием новых столбцов факторов "№ Подгруппы" и "№ (имя) в Подгруппе". После этого можно провести построение XbarR-карты средних и размахов подгрупп, воспользовавшись функцией [рациональной группировки данных](#). Во-первых такое решение соответствует настоятельной рекомендации [Дональда Уилера](#) начинать анализ данных с построения XmR-карты индивидуальных значений (карты хода процесса), а во-вторых это позволяет производить перегруппировку данных по любому типу факторов, записи которых присутствуют в исходных данных.

Автоматическое конвертирование CSV, XLSX, JSON файлов в один файл Excel для использования в ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

Функция автоматизированного конвертирования файлов CSV, XLSX, JSON из выбранной пользователем папки позволяет преобразовать все имеющиеся в них данные в один файл Excel (*.xlsx) в форму, используемую в нашем программном обеспечении.

Эта функция входит в перечень параметров, сохраняемых в свойствах графиков при сохранении в списке для автоматического обновления графиков с выбранным таймаутом или для быстрого их открытия с обновлёнными данными.

В ответ на запросы пользователей нашего программного обеспечения, мы наполняем список доступных конвертеров файлов данных экспортируемых, например, из:

- координатно-измерительных машин, КИМ (англ., coordinate measuring machine, CMM);
- измерительных приборов;
- баз данных;
- ваших отчётных форм в форме таблиц Excel;
- и других источников.

Конвертеры данных, разработанные вашими программистами на Python, могут быть встроены в наше программное обеспечение. По отдельному запросу мы вышлем список библиотек Python, которые могут быть использованы в разработке конвертеров.

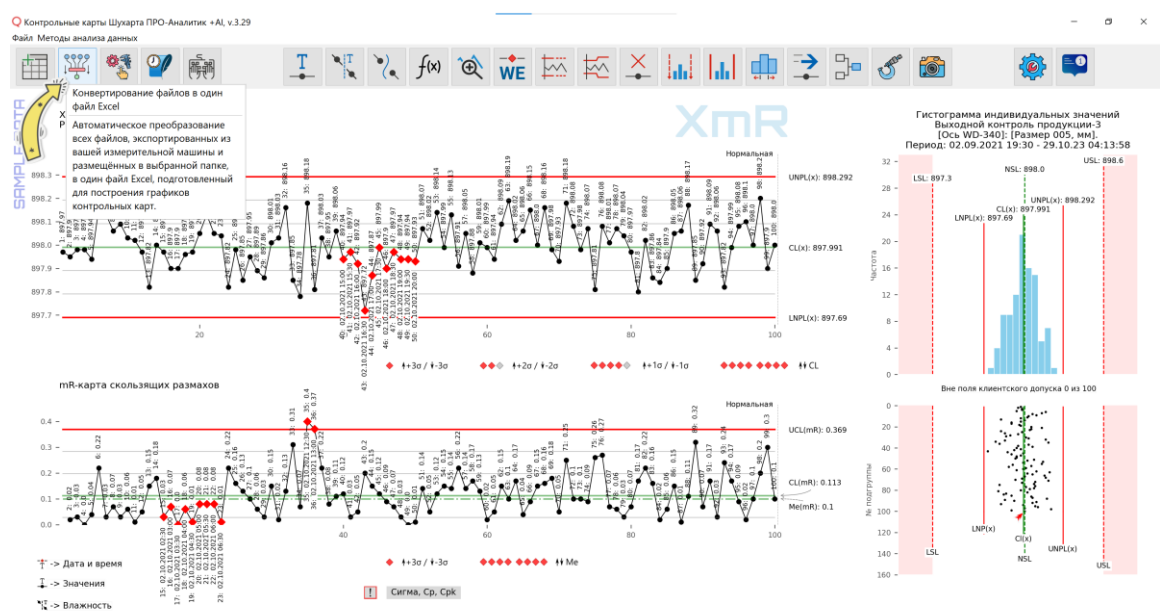


Рисунок 1. Главное окно программы. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели конвертированием файлов CSV, JSON в файл Excel (*.xlsx), используемый в нашем программном обеспечении.

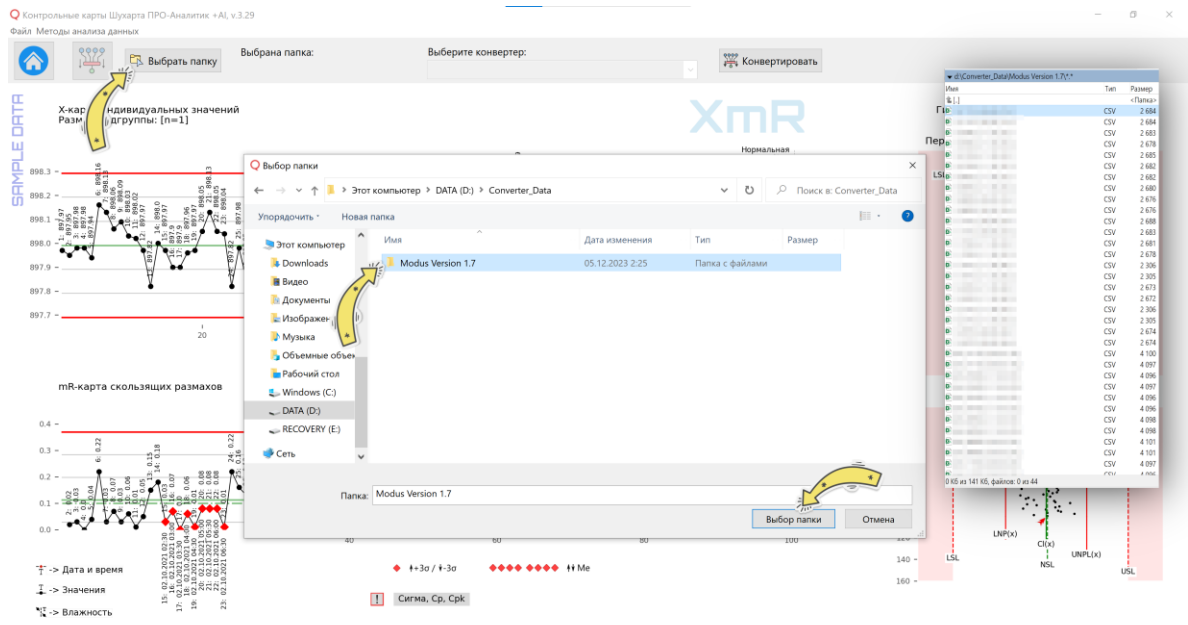


Рисунок 2. Окно панели управления конвертированием файлов. После нажатия на кнопку [Выбрать папку] открывается системное окно выбора папки с файлами для конвертации. Справа показано содержание выбранной папки, представляющее 44 файла CSV для конвертации.

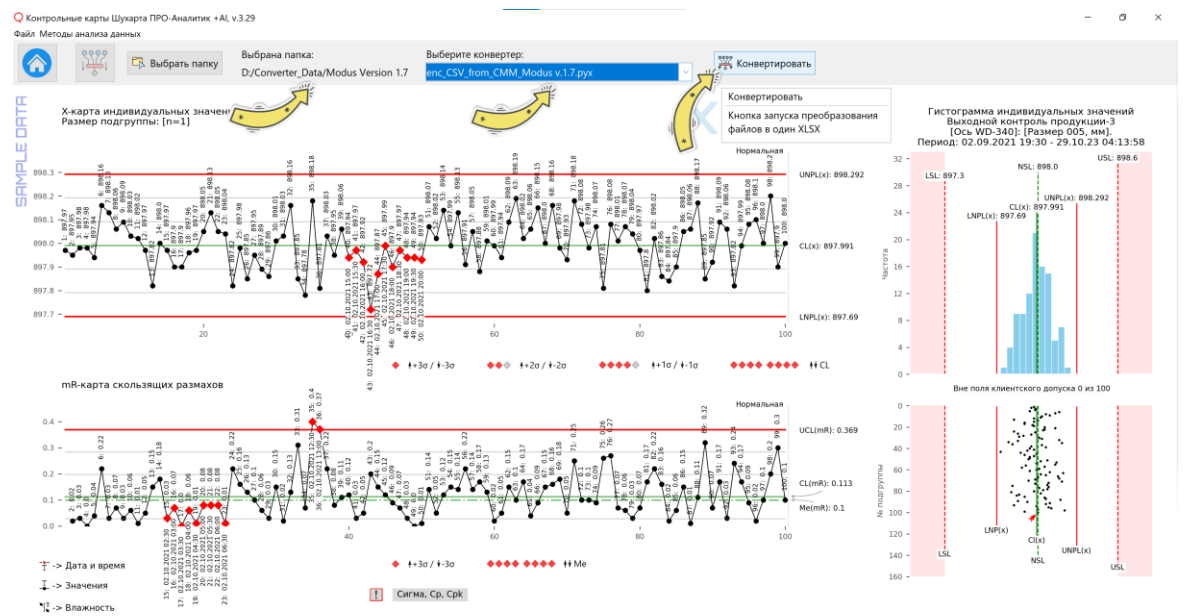


Рисунок 3. Окно панели управления конвертированием файлов. В поле [Выбранной папки] указан путь к выбранной на предыдущем шаге папке, в выпадающем списке [Выбора конвертера] выбран соответствующий конвертер. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Конвертировать].

× 44 = 1

Рисунок 4. Источник данных (44 файла CSV) и результат работы выбранного конвертера.



Рисунок 5. Окно панели управления конвертированием файлов. После успешной конвертации всех файлов CSV в выбранной папке выводится информационное окно. При положительном ответе, автоматически открывается окно [Импорт данных из табличных файлов].

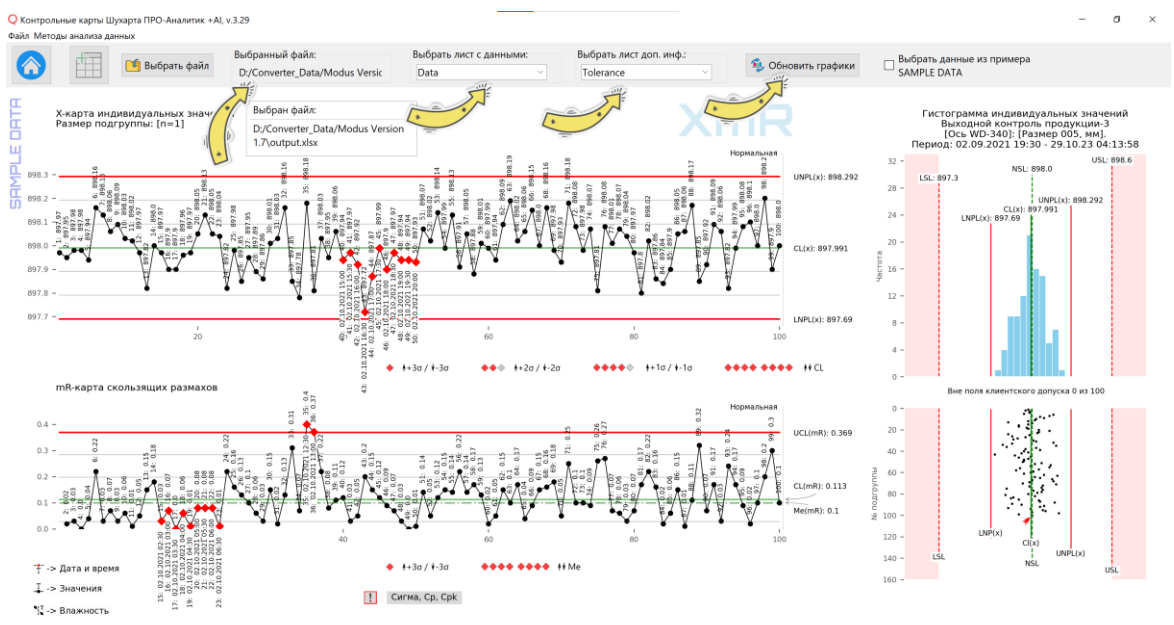


Рисунок 6. Окно панели управления выбором данных из табличного файла для построения графиков контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика. Автоматически при успешной конвертации файлов CSV на предыдущем шаге заполняются все поля этой панели управления. Пользователю остаётся нажать только на одну кнопку [Обновить графики].

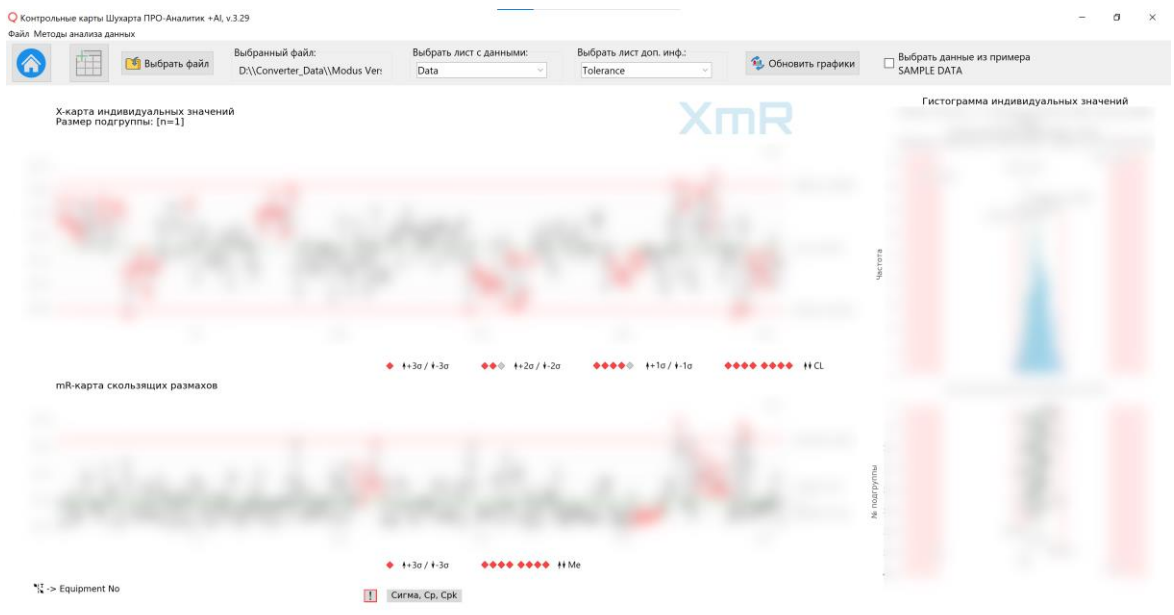


Рисунок 7. Результат построения контрольной карты Шухарта для индивидуальных значений и скользящих размахов по конвертированным данным.

Для того чтобы конверты, которые не используются вами, не появлялись в выпадающем списке поля [Выберите конвертер:], измените расширение таких файлов конвертеров, размещённых в папке нашего программного обеспечения [converters], с (*.рух) на любое другое, например, на (*.txt).

Симулятор последовательного автоматического построения контрольной карты Шухарта по историческим данным

У вас есть возможность воспользоваться симулятором для последовательного построения контрольной XmR-карты индивидуальных значений, гистограммы и точечного графика по историческим данным, с первых 3 (трёх) точек, как если бы контрольную карту вели те, кто последовательно вводят данные, например, операторы станков в цехе. Аналитики смогут найти для себя новые идеи по совершенствованию процессов с помощью этой функции программного обеспечения. При добавлении каждой новой точки производится полный пересчёт контрольных границ процесса и центральной линии.

Источником данных для функции симулятора служат исходные данные, использованные для построения контрольных XmR-карт индивидуальных значений.

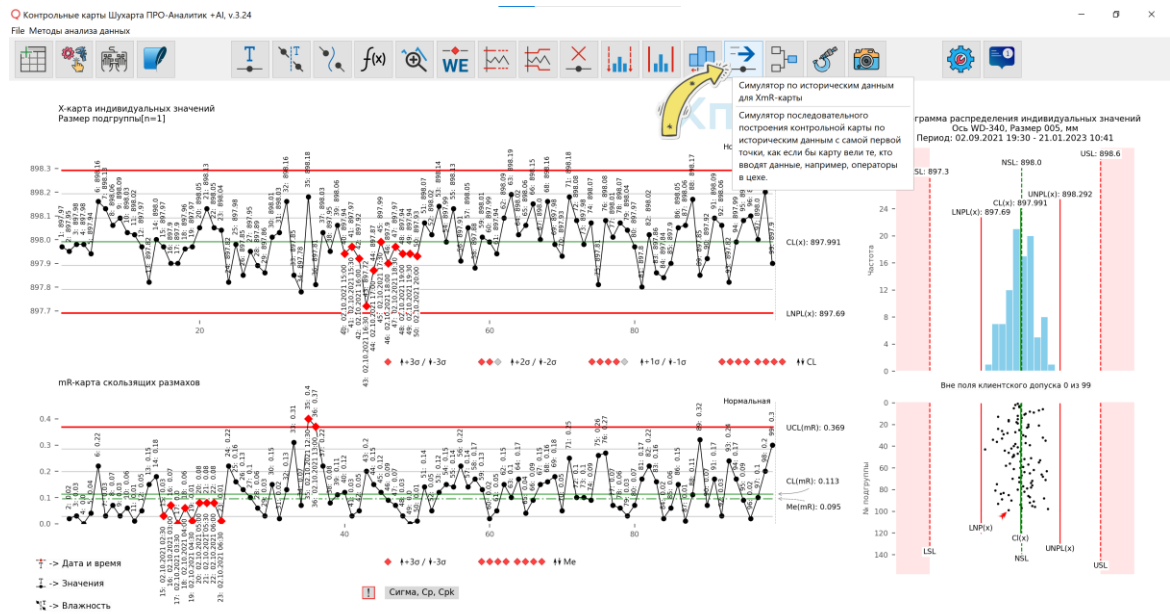


Рисунок 1. Симулятор последовательного построения контрольной карты Шухарта по историческим данным. Главное меню. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления симулятором.

Условные обозначения: UNPL(x) - Upper Natural Process Limit / Верхняя естественная граница процесса; CL(x) - Center Line / Центральная линия (среднее процесса); LNPL(x) - Lower Natural Process Limit / Нижняя естественная граница процесса; LSL(x) - Lower Specification Limit / Нижняя граница допуска; NSL(x) - Nominal Specification Line / Линия номинала поля допуска; USL(x) - Upper Specification Limit / Верхняя граница допуска; UCL(mR) - Upper Control Limit(mR) / Верхняя контрольная граница скользящих размахов; CL(mR) - Center Line(mR) / Центральная линия скользящих размахов (среднее mR); Me(mR) - Median Line(mR) / Линия медианы скользящих размахов



Рисунок 2. Панель управления симулятором. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Старт!]. Кнопки [Пауза] и [Стоп!] неактивны до запуска симулятора.



Рисунок 3. Панель управления симулятором. После запуска симулятора кнопка [Старт!] деактивируется, а кнопки [Пауза] и [Стоп!] активируются.



Рисунок 4. Панель управления симулятором. После нажатия на кнопку [Пауза] (рисунок 3) симулятор приостанавливается, а кнопка [Пауза] изменяется на кнопку [Продолжить, Play]. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Продолжить (Play)].

После нажатия на кнопку [Пауза] (рисунок 3) симулятор приостанавливается, а кнопка [Пауза] изменяется на кнопку [Продолжить, Play], нажатием на которую симуляция будет продолжена с точки приостановки симулятора.

Приостановив симулятор кнопкой [Пауза] аналитик может начать работу с участком контрольной карты, построенным в симуляторе, применяя функции программы:

- скрытие/вывод **подписей, вертикальных линий разделителей серий, применение разрыва линии графика** с перебором всевозможных вариантов из других столбцов данных;
 - удалить/применить **границы допуска, назначить производственный суженный допуск, установить новый допуск или новую цель процесса**;
 - применить/отменить **масштабирование**,
- после чего можно продолжить или полностью остановить симуляцию.



Рисунок 5. Панель управления симулятором. После нажатия на кнопку [Стоп!] симулятор переходит в режим готовности нового запуска, а кнопки [Пауза] и [Стоп!] деактивируется, переходя в начально состояние (рисунок 2). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Стоп!].

Вы можете применять симуляцию хода процесса с одновременным применением других функций программного обеспечения.

Например, на демонстрационном видео [1] ниже, функция симулятора для Xmr-карты применена совместно с функциями подписей всех и выделенных в соответствии с зональными критериями Western Electric "красных" точек; вывода вертикальных линий для разделения серий точек контрольной карты по зонам действия источников вариаций.

Начиная построение контрольной Xmr-карты индивидуальных значений и скользящих размахов с трёх точек, а XbarR-карты средних и размахов подгрупп с трёх подгрупп вы можете получить подсказку к ответу на вопрос, который практики задают чаще других: "Какое минимальное количество точек необходимо для построения контрольной карты?".

Наш ответ, желательно иметь для нанесения на контрольную карту минимум 7-10 точек. Но, когда вы ограничены в данных, можно начинать строить контрольные карты с того, что у вас есть. Такой подход к исследованию процессов определён самой методологией построения контрольных карт (см. абзац выше). Построение контрольных карт по историческим данным реальных процессов, реализованное в функции симулятора, позволит проследить как меняются контрольные пределы и положение центральной линии ваших процессов в зависимости от количества используемых для построения контрольной карты точек.

Дополнительно смотрите определение [разумной степени статистической управляемости](#) процесса.

Подобно повторному просмотру видео с камеры наблюдения

Последовательное добавление новых точек из ряда исторических данных на контрольную карту, подобно повторному просмотру видео с камеры наблюдения, будет уточнять ваше представление об анализируемом процессе и продемонстрирует невероятную эффективность (робастность) контрольных карт Шухарта для своевременной сигнализации о проявлении особых причин наблюдаемых вариаций при ведении контрольных карт на цеховом уровне рабочими и контролёрами.

«Руководящим принципом организации контрольных карт должно быть раскрытие неизвестных сторон процесса, а не демонстрация того, что и так понятно».

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

Функция автоматического обновления графиков контрольных карты Шухарта и гистограммы со всеми сохранёнными настройками пользователя (43 параметра)

Эта функция предоставляет уникальную возможность настроить автоматическое обновление графиков с выбранным таймаутом или для использования списка настроенных графиков (со всеми настройками, применёнными пользователем, от [выбора файла с данными](#) до [рациональной группировки данных](#)) для быстрого их открытия с обновлёнными данными. Количество групп графиков и длина списка графиков в группах не имеют ограничения по количеству сохранённых в них позиций. Все рабочие настройки графиков (параметры), а сегодня их уже 43, которые произведены пользователем, сохраняются в свойствах каждого графика из списка.

При необходимости внести изменения в настройки графика, ранее добавленного в список, нужно выбрать его имя из выпадающего списка в панели управления автообновлением, далее произвести выбор новых параметров графика, а затем, если хотите сохранить его под тем же именем, нажать кнопку [Добавить график], данные графика перезапишутся. Если хотите добавить новое имя настройки, перед нажатием на кнопку [Добавить график] измените её имя.

Все настройки списка автообновления сохраняются в базе данных SQLite программы и загружаются автоматически при перезагрузке программы. Для множественных изменений, например, путь к файлам с данными, папке для сохранения картинок и их формата, можно редактировать записи непосредственно в SQLite с использованием программы [DBeaiver Community \(Open-source version\)](#). Преднамеренно не сохраняются настройки [масштабирования](#) контрольной карты и [демонстрационного удаления](#) точек (подгрупп).



Рисунок 1. Главное меню. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления автоматическим обновлением графиков.



Рисунок 2. Панель управления автоматическим обновлением графиков контрольной карты Шухарта. Введено значение таймаута (15 секунд), выбрана группа графиков и график в списке автообновления. Выведена контекстная подсказка при наведении курсора мыши на активированную кнопку-переключатель редактирования графиков.



Рисунок 3. Выведена контекстная подсказка при наведении курсора мыши на активированную кнопку-переключатель редактирования групп графиков. Деактивированы кнопки сортировки списка графиков в группе, удаления графиков, запуска автоматического обновления графиков с установленным таймаутом.

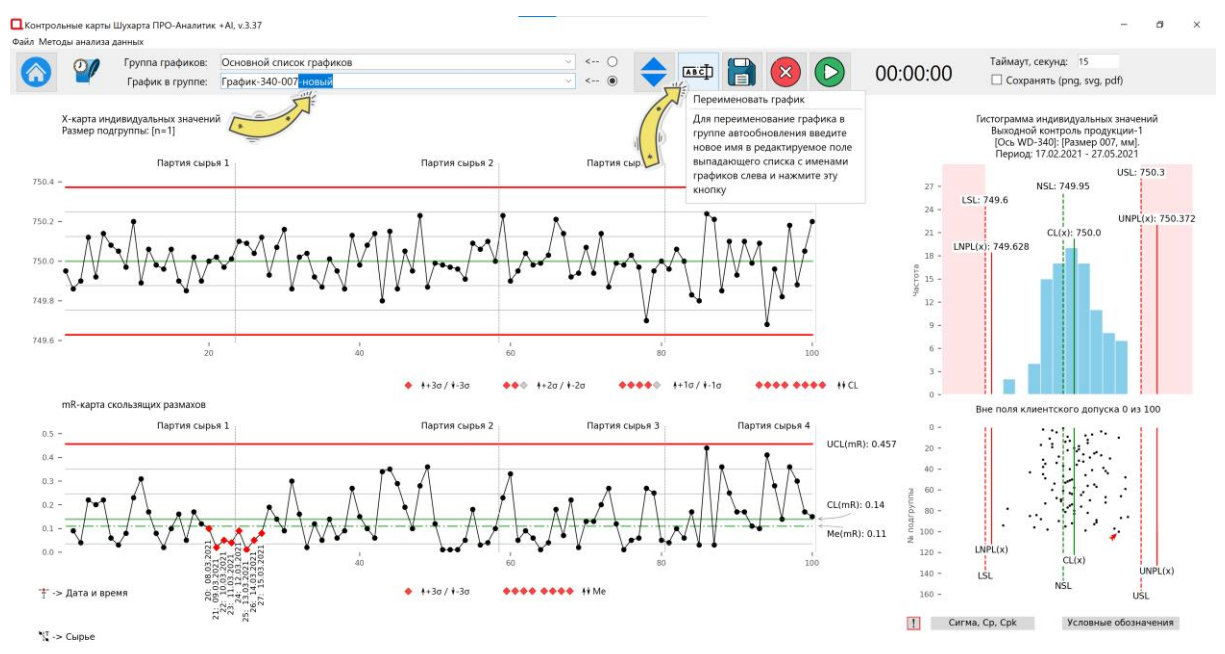


Рисунок 4. Изменено наименование графика с контрольной картой Шухарта в списке автообновления. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку изменения имени графика.

Внимание!

При каждом открытии графика из списка данные заново загружаются из выбранного источника и к ним применяются все параметры и настройки, сохранённые пользователем. При дополнении файла-источника данных новые данные будут отражены на графике при его выборе из выпадающего списка или в режиме автообновления с установленным таймаутом.

Если вы удалите в источнике данных строки с исходными данными, которые принимались во внимание в момент сохранения графика в списке, вам придётся заново настроить графики, которых это коснётся, и пересохранить их в списке, например, для функций [закрепления контрольных границ](#) или [построения контрольных границ для отдельных серий](#).

Добавление новых данных в нижней части таблицы исходных данных (обычный вариант) не требует никаких корректировок.

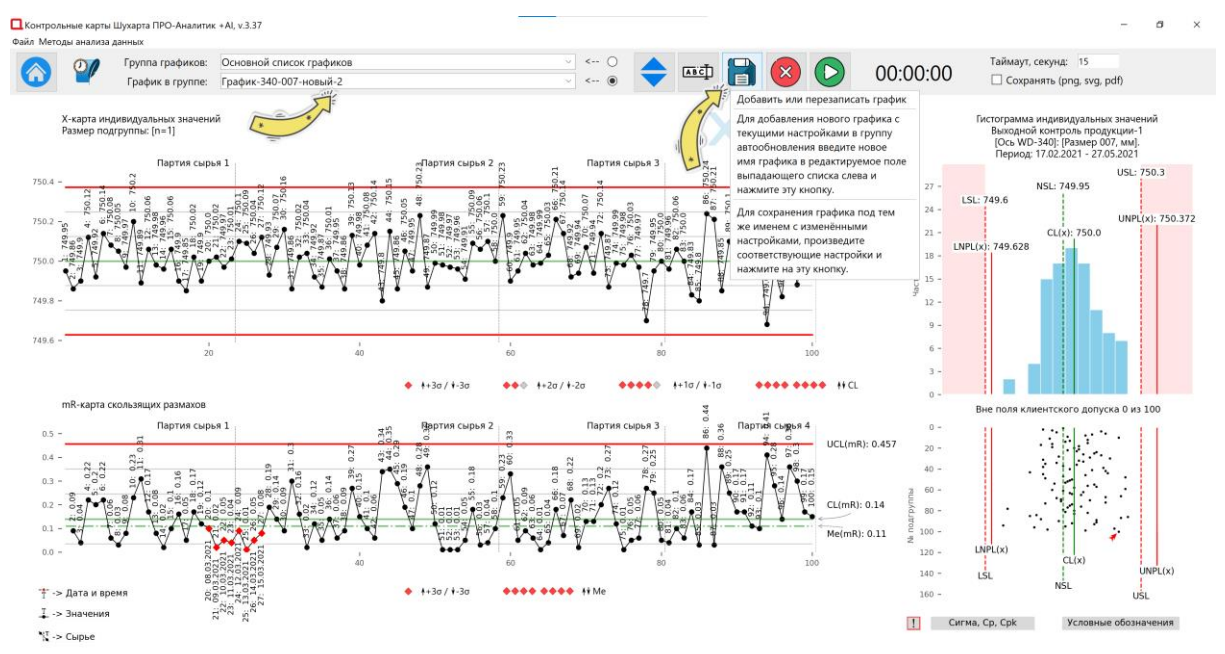


Рисунок 5. Произведены новые настройки графика с контрольной картой Шухарта и введено новое имя графика в списке автообновления. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Добавить или перезаписать график].

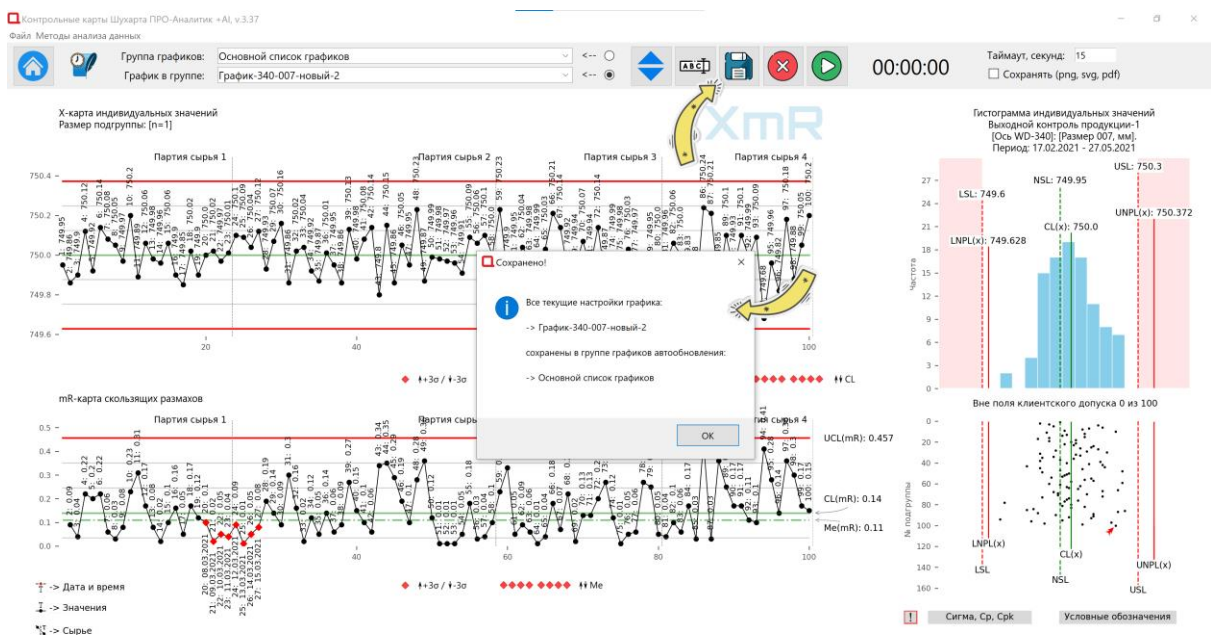


Рисунок 6. Нажата кнопка [Добавить или перезаписать график]. После успешного сохранения открывается информационное окно подтверждения.

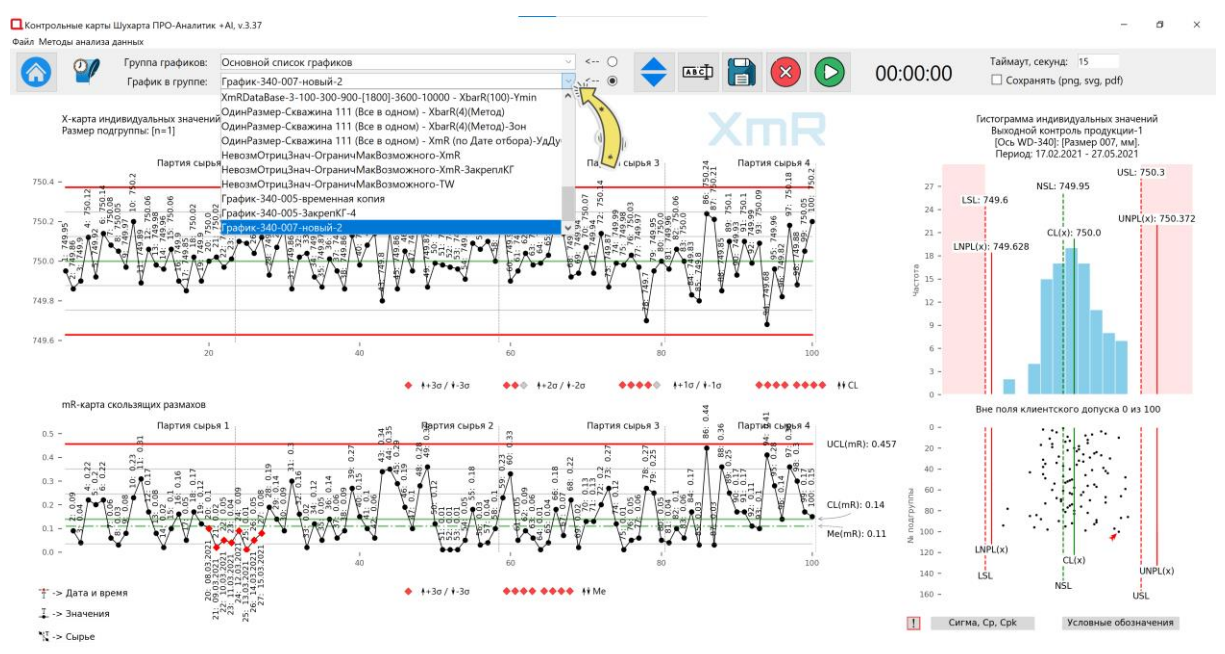


Рисунок 7. Выведен выпадающий список с именами ранее сохранённых графиков с контрольными картами Шухарта.

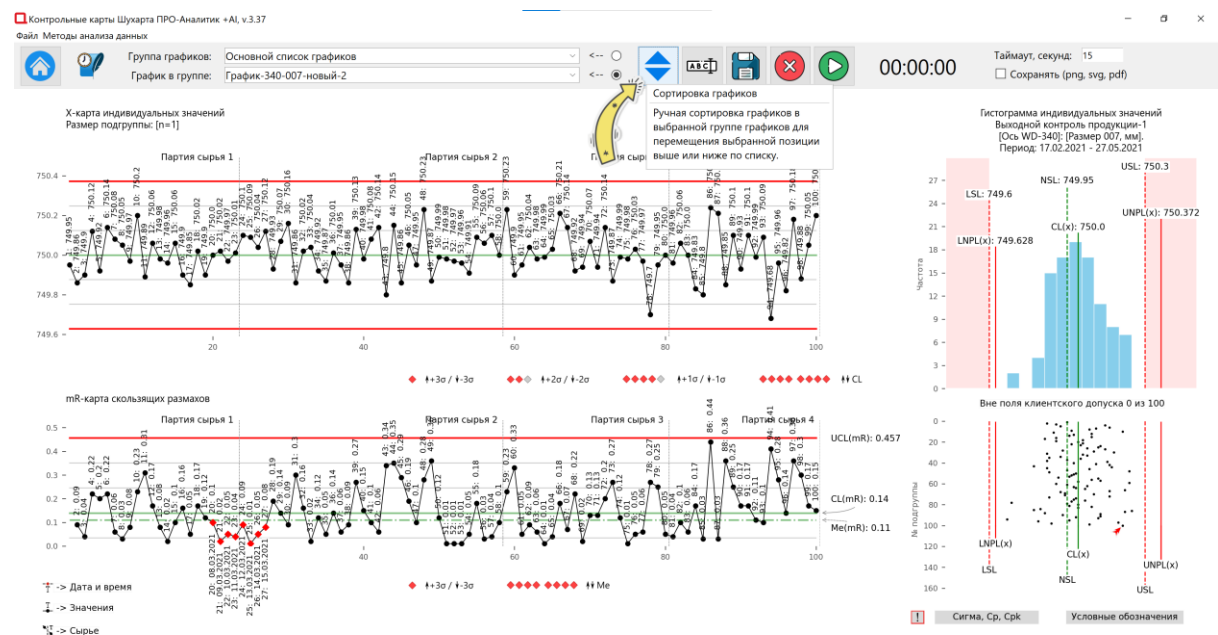


Рисунок 8. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Сортировка графиков] графиков с контрольными картами Шухарта в выбранной группе графиков.

Для удобства управления большими списками предусмотрено окно сортировки, поиска и фильтра по списку автообновления. Список автообновления не имеет ограничений и может содержать графики контрольных карт для всех ключевых характеристик всех деталей и узлов авиалайнера.

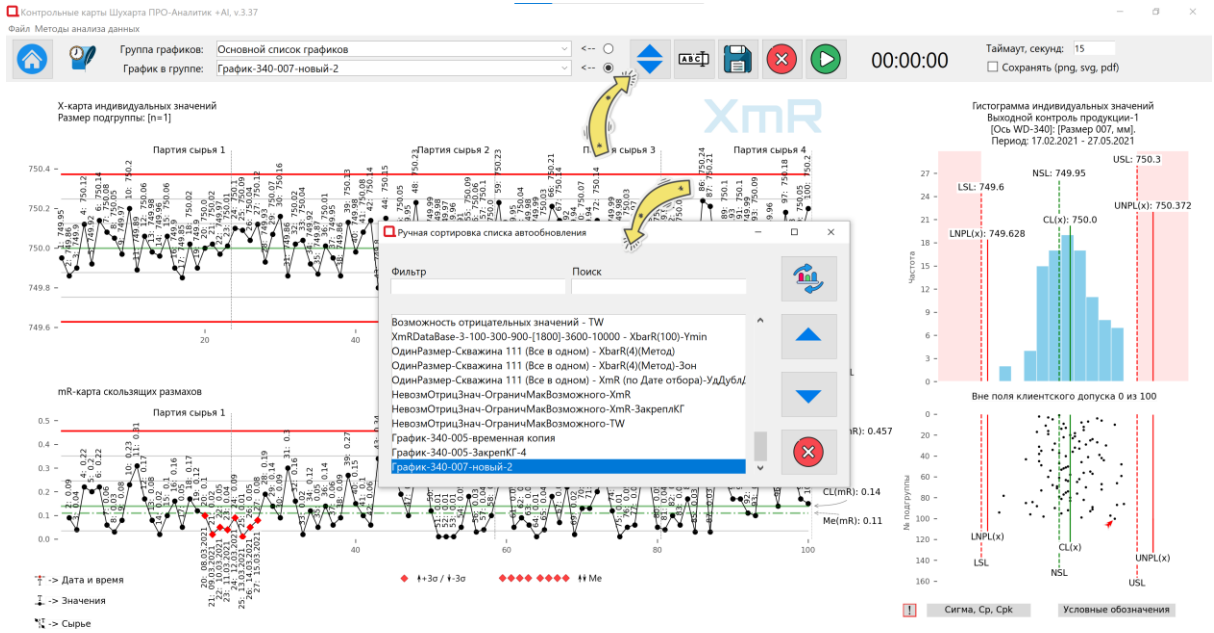


Рисунок 9. Открыто окно ручной сортировки списка графиков с контрольными картами Шухарта в группе графиков автообновления. Полоса вертикальной прокрутки списка активируется, когда длина списка превысит размеры окна сортировки.

Перемещение или переименование файла, переименование листа в файле с исходными данными, переименование в источнике данных столбцов с Типами факторов, которые были использованы при построении графиков в списке автообновления (программа выдаст сообщение об этом), например, в [подписях точек или в выборе вертикальных разделителей серий подгрупп](#), или в [рациональной группировке данных](#) по типам факторов, потребуют корректировки соответствующих полей через выбор новых значений, после чего будет необходимо сохранить настроенный вид графика в списке автообновления под тем же именем или удалить из списка не востребуемый график.

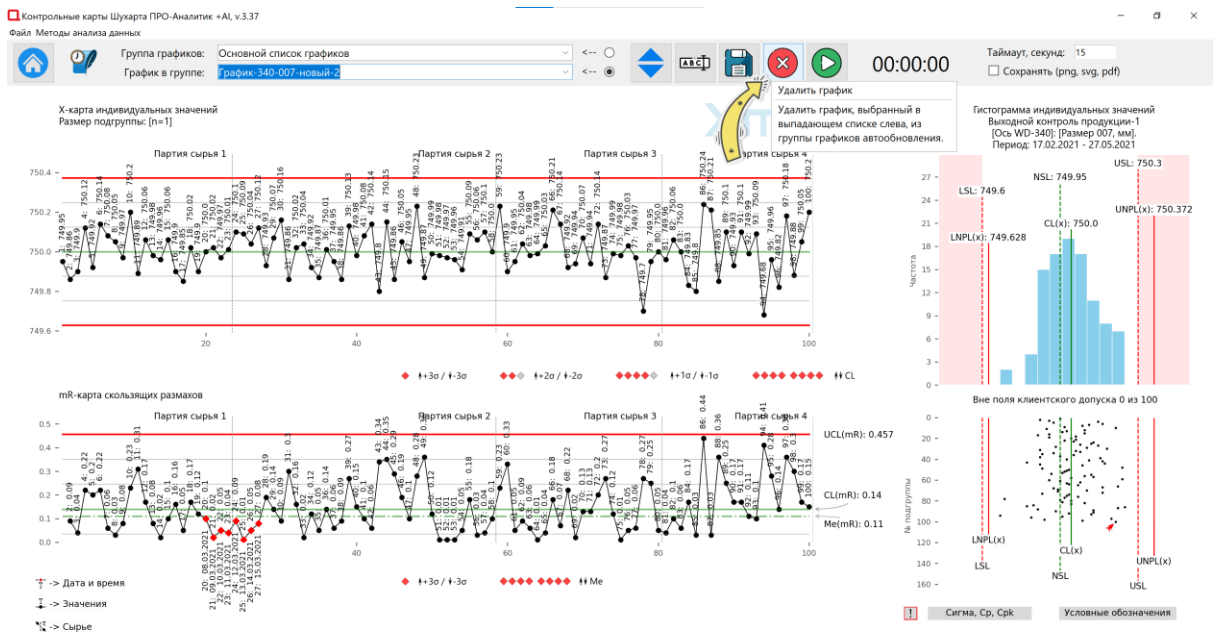


Рисунок 10. Выбрано имя графика в списке автообновления для удаления из группы графиков. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Удалить график].

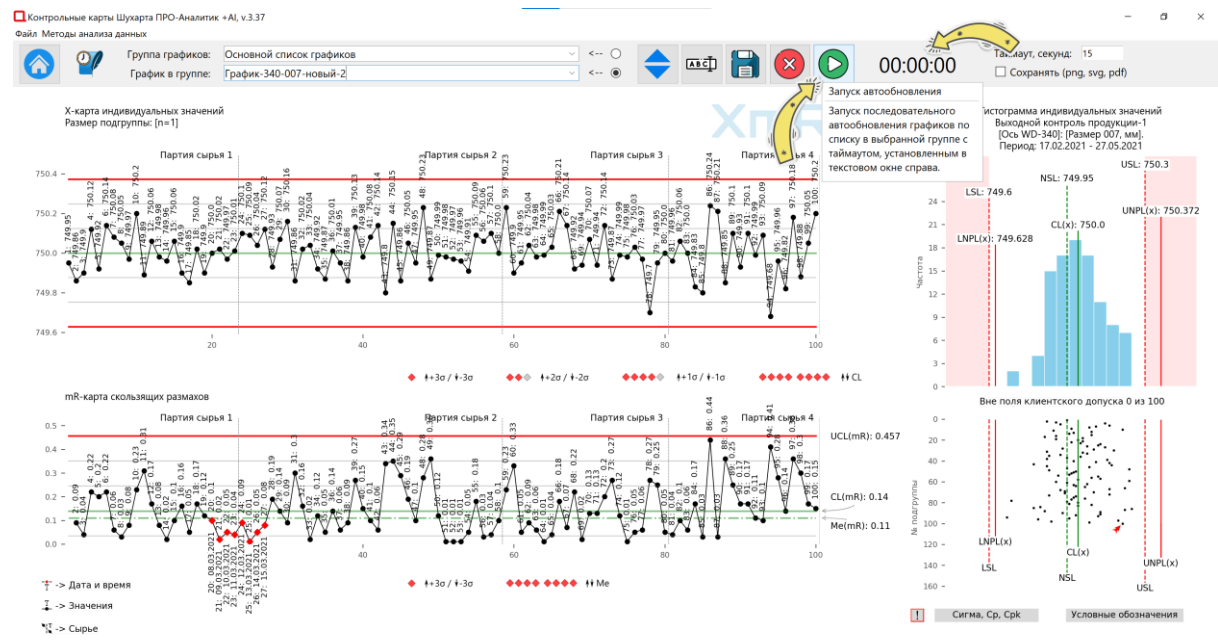


Рисунок 11. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Запуск автообновления].



Рисунок 12. Панель управления автоматическим обновлением графиков с контрольными картами Шухарта. Запущено автообновление графиков по выбранной группе графиков. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Стоп!]. Индикатор справа от кнопки [Стоп!] отсчитывает общее время работы автообновления в формате [чч:мм:сс].

Установка галочки в чекбоксе [Сохранять в графическом формате] позволяет автоматически сохранять графики при обходе по списку автообновления в выбранных пользователем **папке и типе файла**, например, в векторном (PDF, SVG) или растровом формате высокого разрешения (PNG, 300 dpi).

Эта функция позволяет, например:

- предоставлять графические файлы-копии с контрольными картами причастным сотрудникам посредством выбора соответствующих папок для сохранения, а сами папки могут иметь разграниченный доступ;
- подключать автоматически обновляемые графические файлы-копии контрольных карт к корпоративным приложениям : **САПР (CAD)-, PLM-, ERP-, MES-, LIMS-системам**, посредством ссылок.

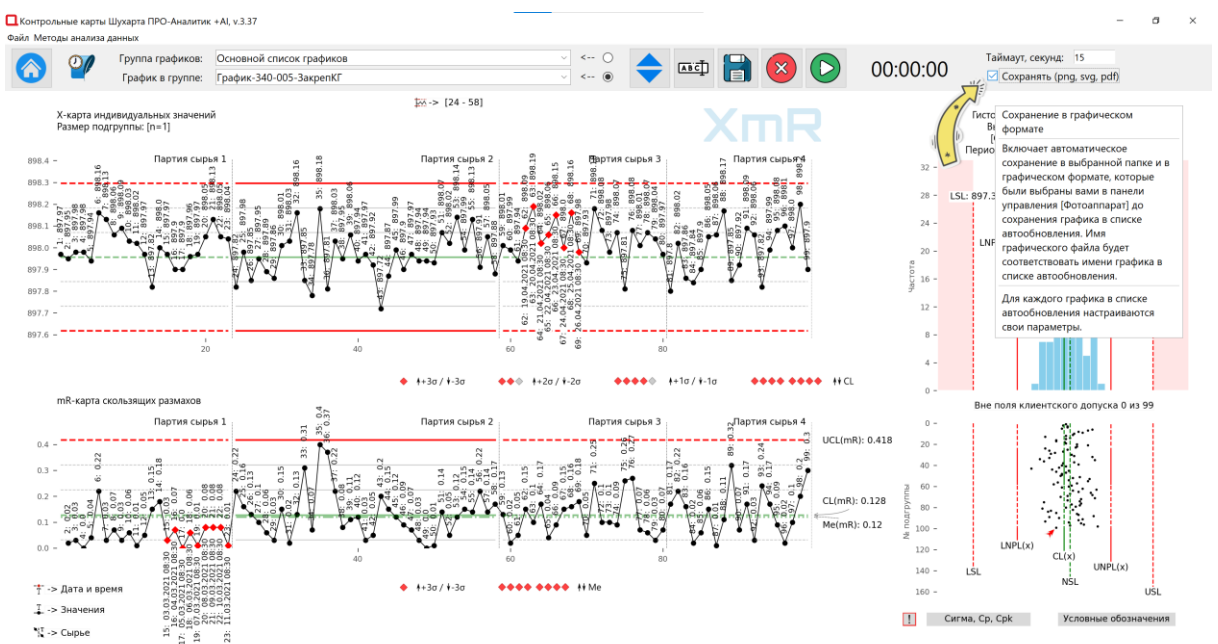


Рисунок 13. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на чекбокс [Сохранение в графическом формате].

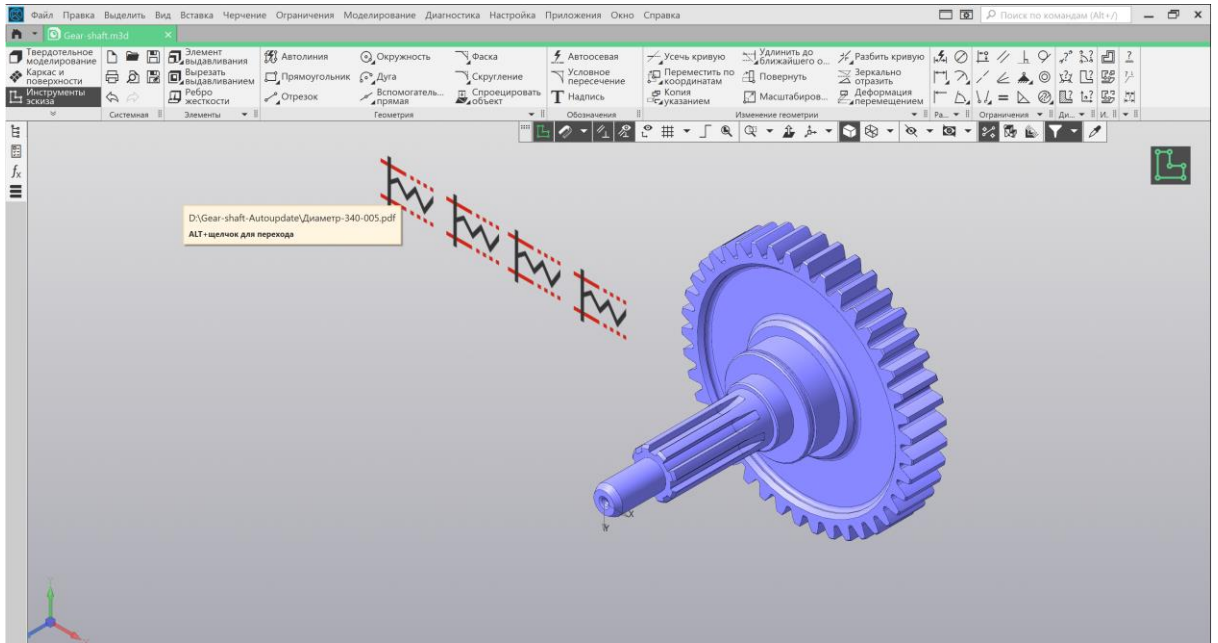


Рисунок 14. Модель в КОМПАС-3D со ссылками на PDF файлы с графиками контрольных карт Шухарта ключевых характеристик детали.

Гистограмма распределения индивидуальных значений, контрольные границы, клиентский и производственный суженый допуск и точечный график (стратификация данных), карманы гистограммы.

На графике гистограммы отображаются распределения индивидуальных значений, как для контрольных XmR-карт индивидуальных значений, так и для XbarR-карт средних и размахов подгрупп с контрольными границами процесса UNPL(x), CL(x), LNPL(x) и установленными границами допуска (спецификации). Гистограмма распределения индивидуальных значений дополнена точечным графиком, который проявляет скрытую гистограммой информацию о процессе. Подробно о преимуществах такой визуализации данных можно узнать из открытого решения: [Достаточно ли анализа гистограмм распределения? Начинать с построения контрольных карт Шухарта.](#)

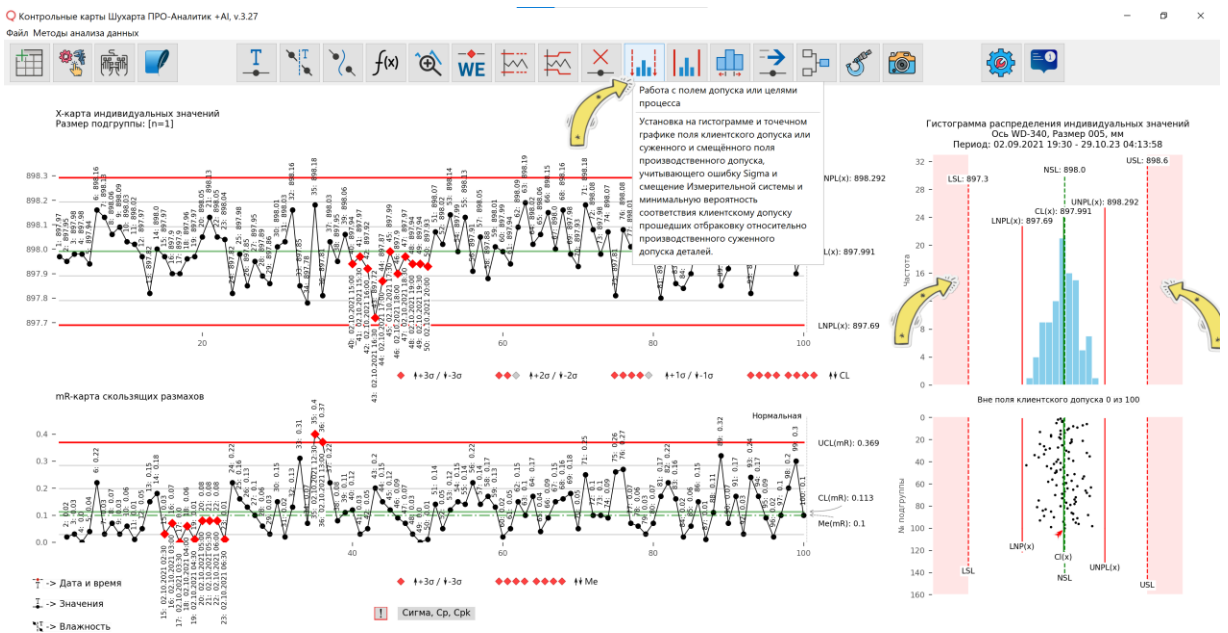


Рисунок 1. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления допусками и целями процесса на графиках. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI. Красная стрелка на точечном графике указывает на последнюю точку в временного ряда.

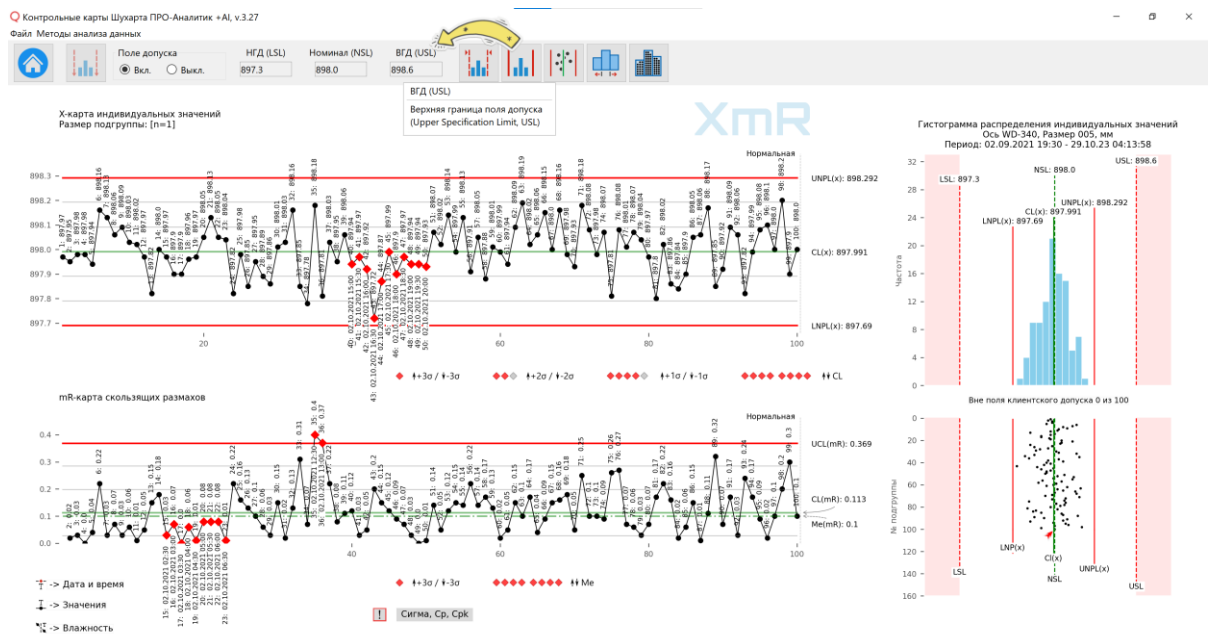


Рисунок 2. Панель управления клиентским допуском (целями процесса). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на сокращённое наименование [ВГД (USL)]. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

Условные обозначения: UNPL(x) - Upper Natural Process Limit / Верхняя естественная граница процесса; CL(x) - Center Line / Центральная линия (среднее процесса); LNPL(x) - Lower Natural Process Limit / Нижняя естественная граница процесса; LSL(x) - Lower Specification Limit / Нижняя граница допуска; NSL(x) - Nominal Specification Line / Линия номинала поля допуска; USL(x) - Upper Specification Limit / Верхняя граница допуска; UCL(mR) - Upper Control Limit(mR) / Верхняя контрольная граница скользящих размахов; CL(mR) - Center Line(mR) / Центральная линия скользящих размахов (среднее mR); Me(mR) - Median Line(mR) / Линия медианы скользящих размахов

Границы поля клиентского допуска (обычного)

Функция установки границ поля клиентского допуска, отображаемых на графиках гистограммы и точечном графике пунктирными линиями, позволяет продемонстрировать любые условия наличия границ допуска или целей процесса:

- Не установлен.
- Установлен (симметричный - номинал в центре поля допуска).
- Установлен (несимметричный - номинал смещён от центра поля допуска).
- Установлен (односторонний - только нижняя или верхняя границы допуска).
- Установлена цель процесса - только целевое среднее (номинал).
- Установлен (односторонний - только нижняя или верхняя границы допуска с установленным номиналом) - редкий случай.

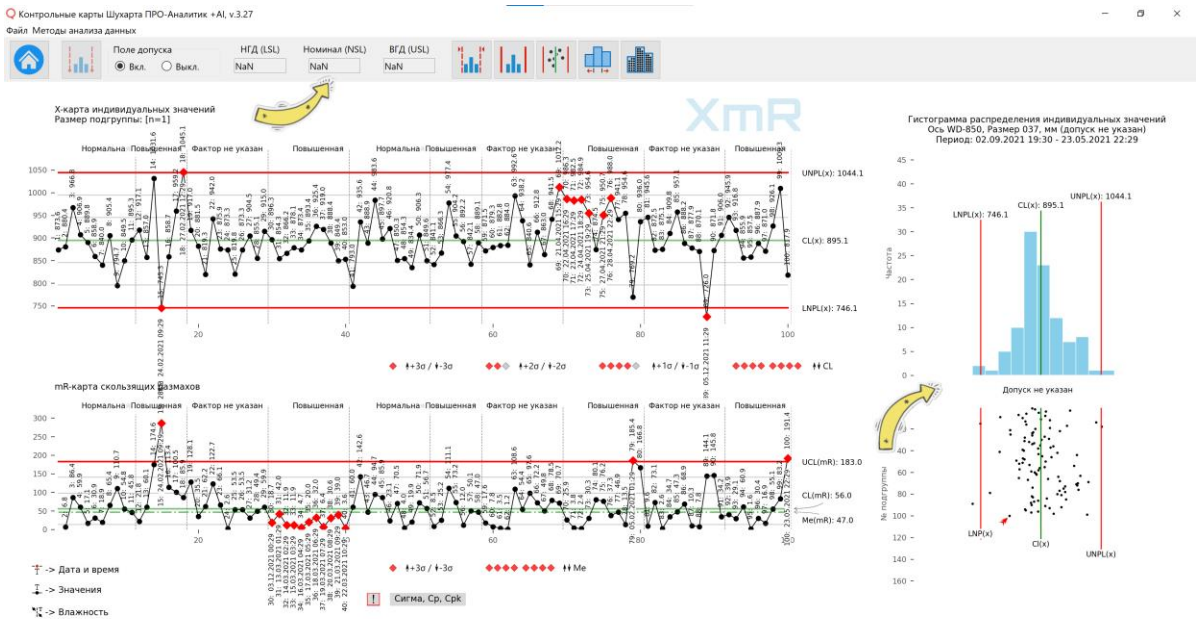


Рисунок 3. Допуск не указан. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик + AI.

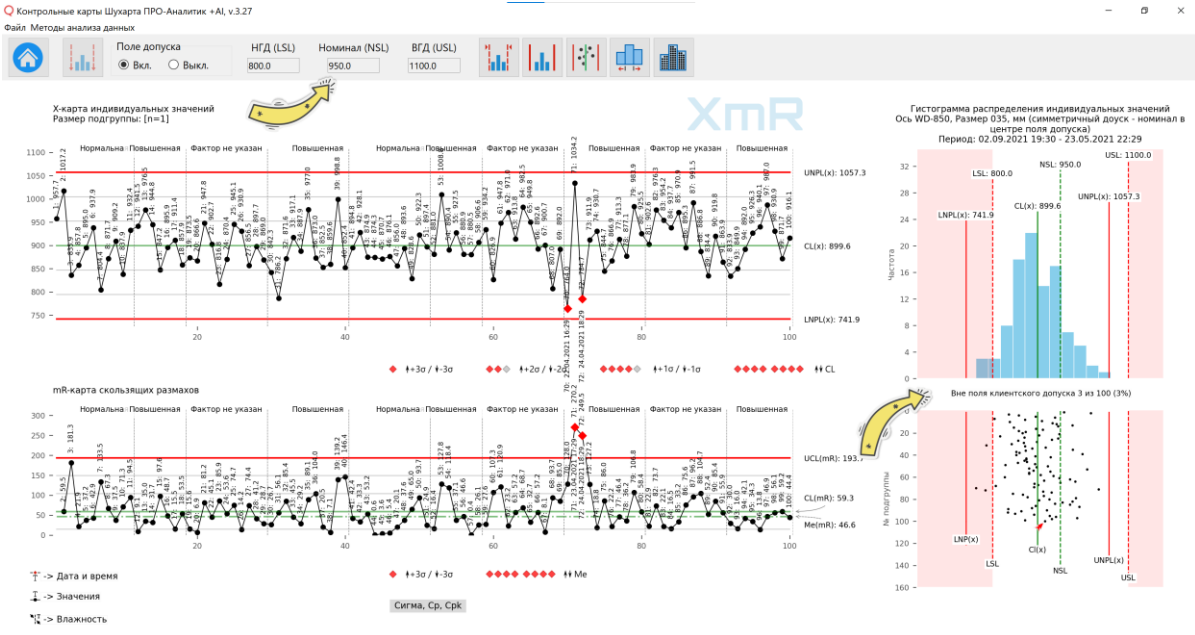


Рисунок 4. Допуск установлен (симметричный - номинал в центре поля допуска).

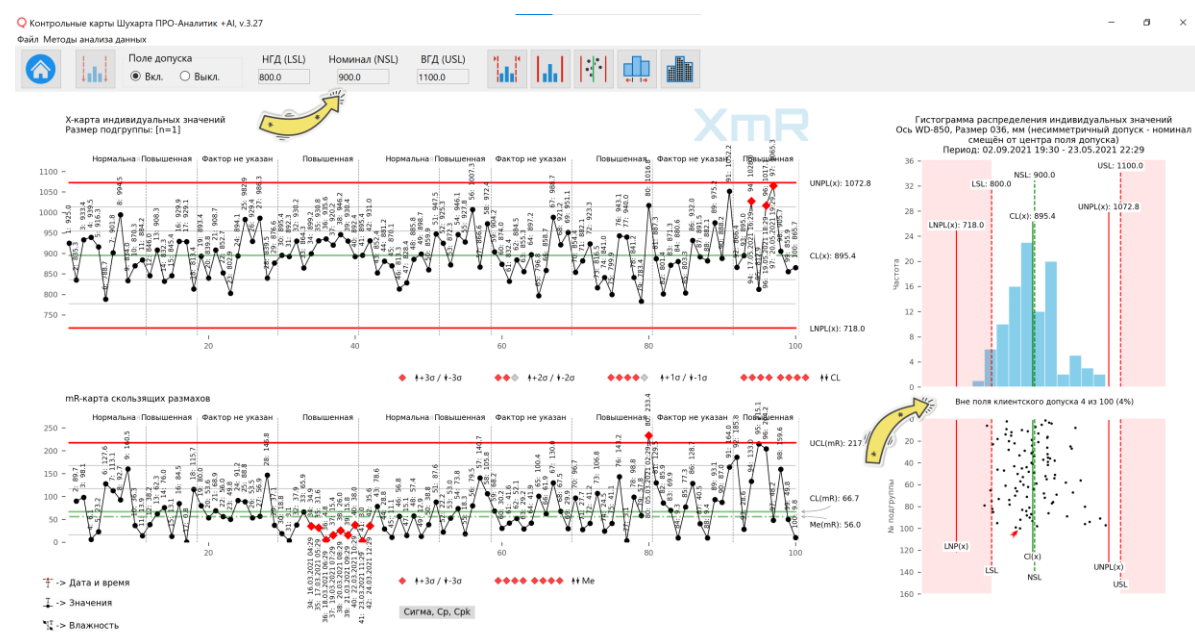


Рисунок 5. Допуск установлен (несимметричный - номинал смещён от центра поля допуска).



Рисунок 6. Допуск установлен (односторонний - только нижняя границы допуска).



Рисунок 7. Допуск установлен (односторонний - только верхняя границы допуска).



Рисунок 8. Установлена цель процесса - только целевое среднее (номинал). Вариант установки плана или нормы.



Рисунок 9. Установлена цель процесса - целевое среднее (номинал) и нижняя граница допуска (редкий случай).



Рисунок 10. Установлена цель процесса - целевое среднее (номинал) и верхняя граница допуска (редкий случай).

Границы поля производственного допуска (приёмочные допуски, суженого и смещённого), учитывающие ошибку и смещение измерительной системы

Уникальная востребованная практиками в области качества функция, которой нет ни у одного из поставщиков программного обеспечения класса Quality Management.

Если вам приходится сортировать продукцию перед отгрузкой относительно границ клиентского допуска вы должны учитывать неопределённость вносимую ошибкой и смещением вашей измерительной системы для граничной продукции, находящейся у нижней и верхней границ такого допуска.

Так, если ваша система измерений находится в статистически устойчивом состоянии (оценивается с помощью XmR-карты 25-30 измерений тест-ретест одного и того же стандарта (эталоны)), то на графике гистограммы индивидуальных значений вместо границ и номинала клиентского допуска (USL(x), NSL(x) LSL(x)), могут быть отображены границы производственного (приемочного, суженого) допуска, полученного с учётом ошибки и смещения измерительной системы для выбранных пользователем минимальных вероятностей (85%, 96%, 99% и 99,9%) соответствия клиентскому допуску отсортированной для отгрузки продукции.

Эта функция используется при разделении продукции на годную и негодную с учётом соответственного сужения установленных границ клиентского допуска от одной до четырёх вероятных ошибок (probable error) системы измерений (0,675 σ изм. сист.) с каждой стороны и сдвигом приемочного поля допуска на величину смещения измерительной системы.



Рис. 11. Выведена всплывающая подсказка при наведении мыши на кнопку [Установить производственный суженный допуск] перехода к панели управления производственным суженным и смещённым допуском. На гистограмме распределения и точечном графике отображён клиентский допуск (LSL, NSL, USL), до применения суженного и смещённого поля производственного допуска.



Рис. 12. На гистограмме распределения и точечном графике отображено суженое и смещённое поле производственного допуска, учитывающего ошибку (σ) и смещение измерительной системы, а так же минимальную вероятность (99,9%) соответствия клиентскому допуску прошедших отбраковку относительно производственного суженого допуска деталей. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на значение минимальной вероятности.

Условные обозначения к рисунку: LMSL(x) пр. - Lower Manufacturing Specification Limit / Нижняя граница производственного допуска; NMSL(x) пр. - Nominal Manufacturing Specification Line / Линия номинала поля производственного допуска; UMSL(x) пр. - Upper Manufacturing Specification Limit / Верхняя граница производственного допуска

[σ] ИС - ошибка измерительной системы (ИС), находящейся в статистически управляемом состоянии. Оценка ошибки измерительной системы имеет практический смысл только если построенная XmR-карт индивидуальных значений и скользящих размахов 25-30 измерений "тест-ретест" одного и того же стандарта (эталона) демонстрирует статистически устойчивое состояние.

Для заполнения поля [Смещение ИС] смотрите правило определения смещения измерительной системы в описании функции программного обеспечения: [Проверка обнаруживаемого контрольной картой Шухарта смещения измерительной системы.](#)

Пользователь может применить в расчёте производственного суженого допуска варианты минимальных вероятностей (85%, 96%, 99% и 99,9%) соответствия клиентскому допуску отсортированной для отгрузки продукции кликом по соответствующей кнопке-переключателю, после чего будет произведёно заполнение значениями полей границ с номиналом производственного суженого и смещённого поля допуска и отображение границ производственного допуска на гистограмме и точечном графике.

Подробно о необходимости сортировки продукции на дефектную и бездефектную относительно производственных допусков, которые представляют из себя суженные с учётом ошибки измерительной системы поля обычных (клиентских) допусков смотрите статью Дональда Уилера: [Соответствующая спецификации продукция, действительно соответствующая?](#)



Рисунок 14. Открыта панель управления включением/отключением контрольных границ процесса на гистограмме. Контрольные границы процесса включены.



Рисунок 15. Открыта панель управления включением/отключением контрольных границ процесса на гистограмме. Контрольные границы процесса на гистограмме отключены.

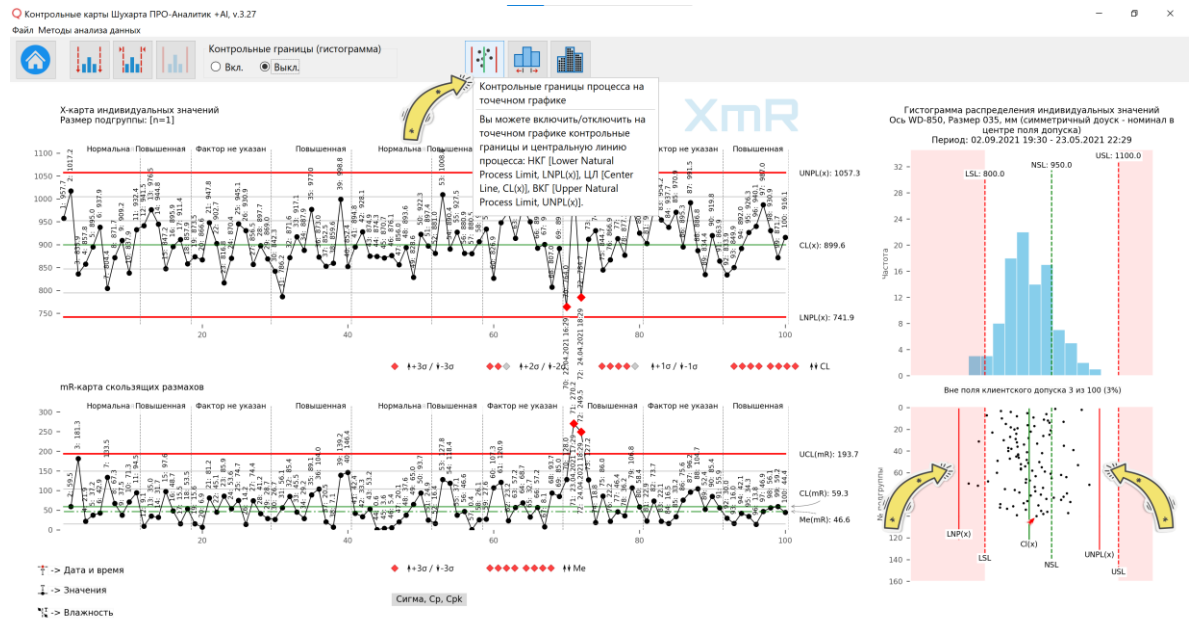


Рисунок 16. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления выводом контрольных границ процесса на точечном графике. Контрольные границы процесса на гистограмме отключены.



Рисунок 17. Открыта панель управления включением/отключением контрольных границ процесса на точечном графике. Контрольные границы процесса на точечном графике отключены.

Установка пользовательского размера кармана гистограммы

Незаменимая функция при построении контрольной XmR-карты для дискретных значений (подсчётов), когда полезно использовать размер кармана равный целому числу, например, равный 1 (единице). Функция вызывается кликом по кнопке [Установка размера кармана гистограммы]. При обновлении контрольных карт установленный пользователем размер кармана сохраняется, как и другие предварительные настройки отчётов. При построении контрольных карт с "0" или по запросам к внешним данным, устанавливается расчётный размер кармана гистограммы.

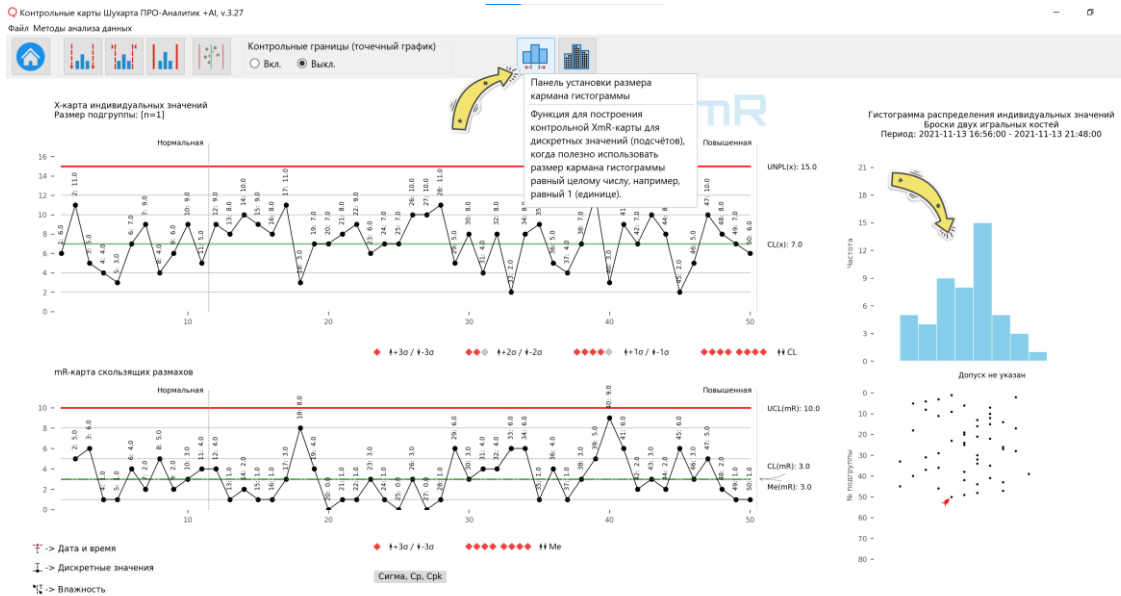


Рисунок 18. Всплывающая подсказка при наведении на кнопку перехода к панели управления пользовательским карманом гистограммы.



Рисунок 19. Панель управления функцией установки пользовательского кармана гистограммы. Установлен пользовательский размер кармана гистограммы равный 1 (единице) для гистограммы распределения дискретных значений (подсчётов).



Рисунок 20. Панель управления функцией установки пользовательского кармана гистограммы. Установлен пользовательский размер кармана гистограммы равный 2 (единицам) для демонстрации изменения формы гистограммы распределения в зависимости от размера кармана.

Демонстрация формирования столбцов гистограммы из индивидуальных значений

С помощью этой вспомогательной функции пользователь может визуально понять и продемонстрировать своей команде, как формируются столбцы гистограммы из отдельных точек данных (индивидуальных значений). Для лучшего понимания пользователями графических инструментов нашего программного обеспечения, можно воспользоваться динамическим режимом демонстрации накопления столбцов гистограммы с использованием **функции симулятора**. Динамическая демонстрация (рисунок 21) реализована по аналогии с **Доской Гальтона**.

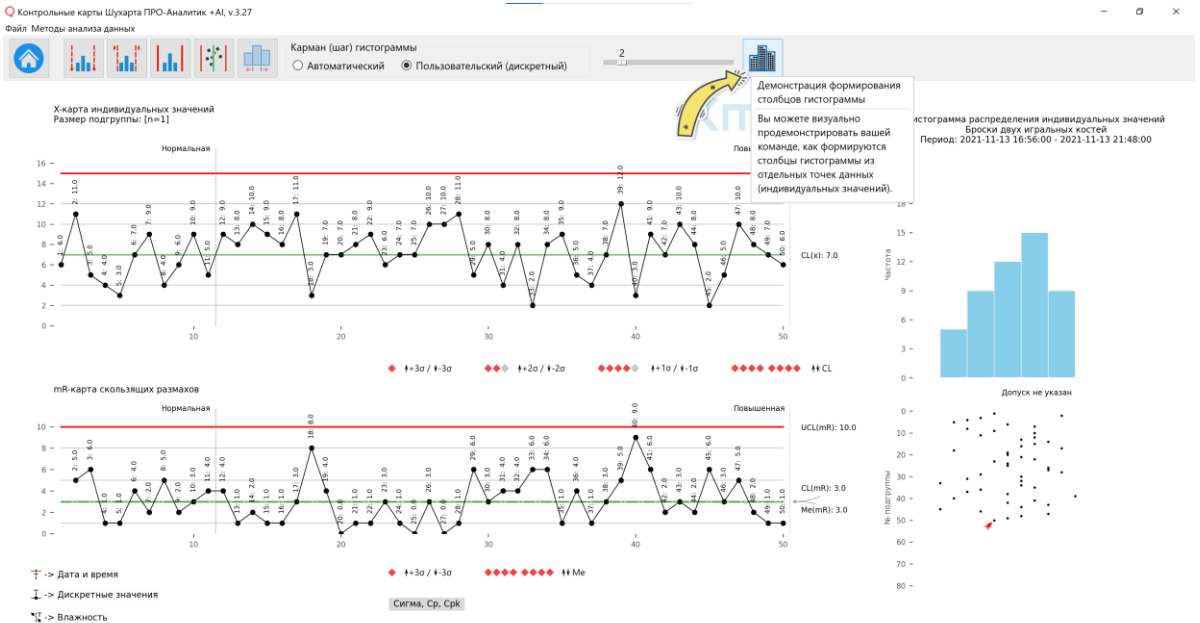


Рисунок 21. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления демонстрацией формирования столбцов гистограммы.

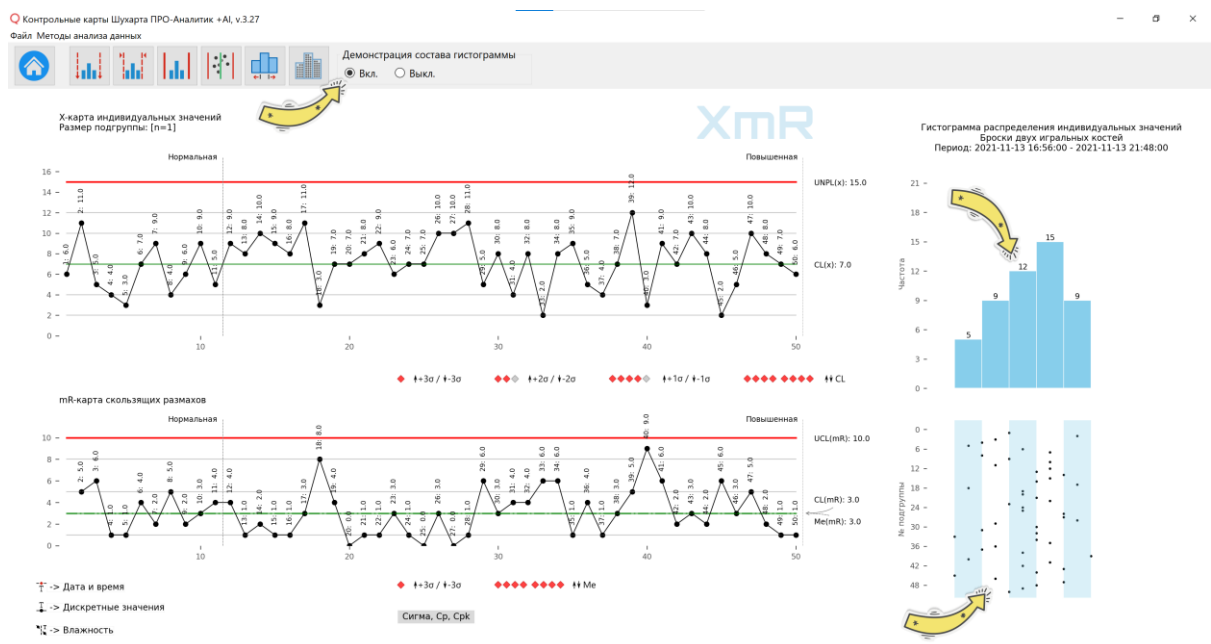


Рисунок 22. Открыта панель статичной демонстрации формирования столбцов гистограммы.



Рисунок 23. Осуществляется (скриншот 65 подгрупп) динамическая демонстрация формирования гистограммы с использованием функции симулятора. График гистограммы остаётся в режиме демонстрации.

Подписи к точкам, вертикальные разделители, разрыв соединительной линии графика для визуального разделения серий точек, блоки формул для расчёта σ (сигма) и значений σ (сигма) с индексами воспроизводимости S_r и S_{rk} на графиках контрольных карт Шухарта

Вы можете вывести/скрыть подписи к точкам, вертикальные линии разделителей и разрыв линии графика для серий точек на графиках контрольных карт из полей значений (измерений) или из неограниченного количества полей (столбцов) источников вариаций "Факторов". Активация/деактивация функции осуществляется кликом мыши по кнопке-переключателя в соответствующей панели управления.

Используя функции подписей точек и вертикальных разделителей зон действия факторов, например, только для 18 столбцов Факторов, вы можете получить $18 \times 18 = 324$ перекрёстных уникальных вариантов подписей к точкам на контрольной карте.

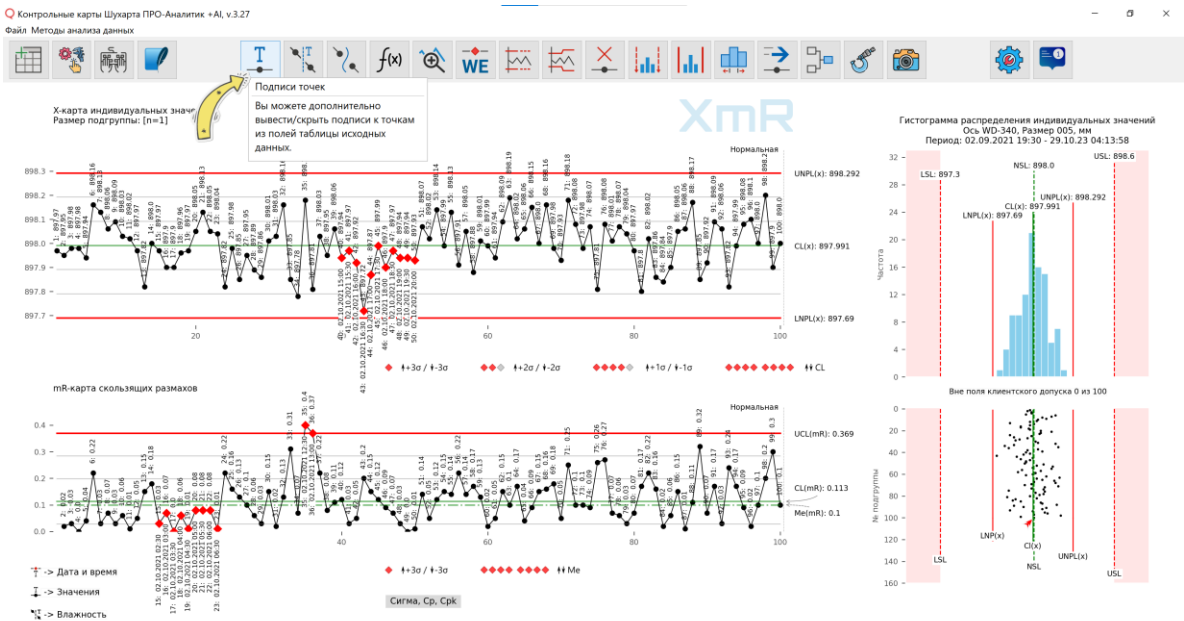


Рисунок 1. Главная кнопочная панель, кнопка функции управления подписями точек на контрольных картах Шухарта.



Рисунок 2. Активирована панель управления подписями [красных] точек на контрольных картах Шухарта. Для подписей выбран столбец таблицы исходных данных [Дата и время].

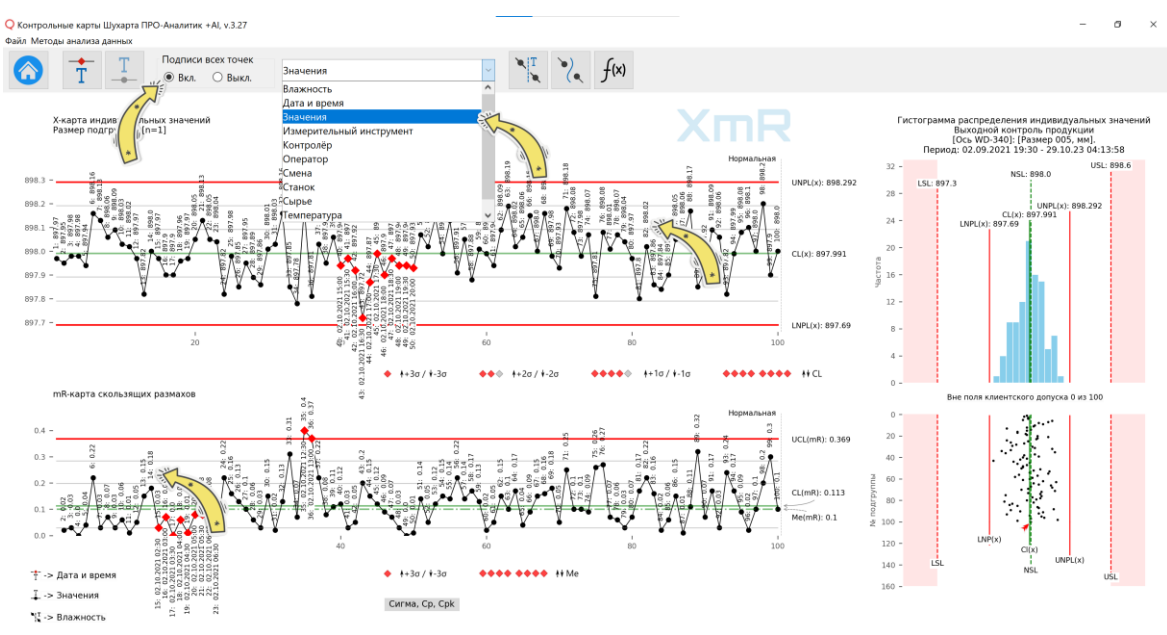


Рисунок 3. Активирована панель управления подписями всех точек на контрольных картах Шухарта. Для подписей выбран столбец таблицы исходных данных (Значения).

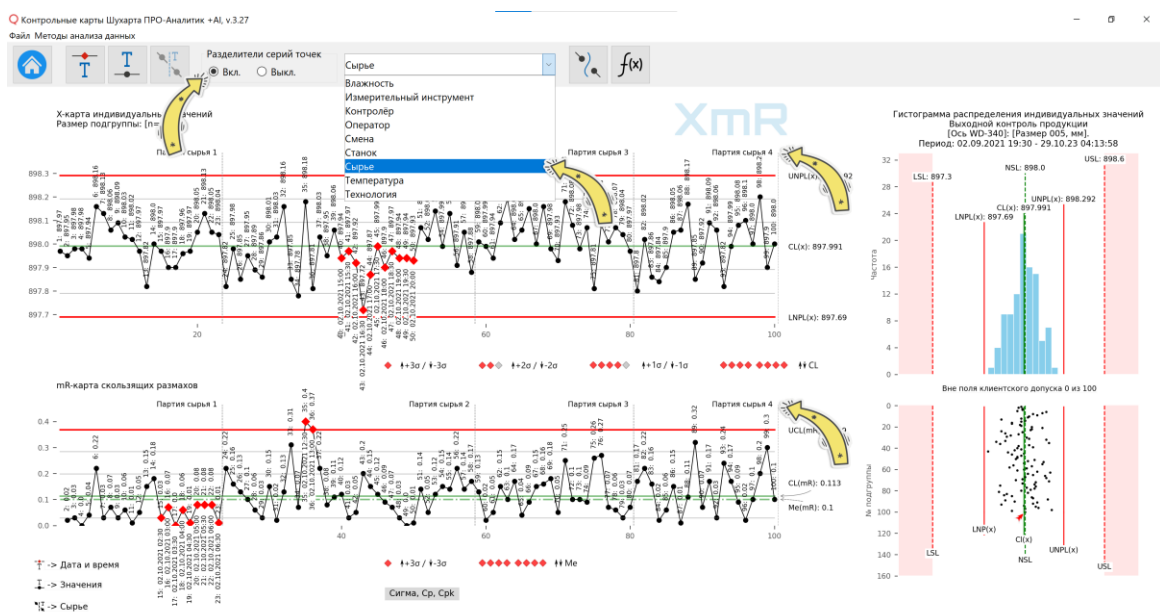


Рисунок 4. Активирована панель управления вертикальными пунктирными линиями разделения серий точек по областям действия факторов выбранного типа. В качестве такого типа факторов выбран столбец таблицы исходных данных (Сырьё).

Выпадающий список факторов в панели управления вертикальными пунктирными линиями разделяющими серий точек (рисунок 4) формируется только из столбцов, имеющих строки условно-постоянных условий (повторяющихся значений). А пустые значения факторов (условий) заменяются текстом "Фактор не указан"



Рисунок 5. Активирована панель управления разрывами линии графика по областям действия факторов выбранного типа. В качестве такого типа факторов выбран столбец таблицы исходных данных (Сырьё).

Проход по выпадающим спискам (столбцам) факторов в соответствующих панелях управления производится выбором из выпадающего списка или последовательным перебором прокруткой роликом мыши в области выпадающего списка.

Мы рекомендуем использовать поля источников вариаций [Факторов] для записи условий, в которых произведена контролируемая характеристика продукта или услуги, и получено анализируемое значение. Например, инструмент (в столбце Инструмент), партия сырья (в столбце Сырьё), ФИО оператора (в столбце Оператор), станок (в столбце Оборудование), корректировки станка (в столбце Настройки оборудования), измерительный инструмент (в столбце Измерительный инструмент), контролёр (в столбце Контролёр), и т. д. для записи любых условно-постоянных и переменных внешних условий.

Всё это понадобится для идентификации выявленных контрольной картой вариаций, источником которых являются особые причины изменений процесса, которые можно и необходимо устранить на цеховом уровне. И наоборот, если признаки наличия особых причин в наблюдаемых вариациях не будут выявлены контрольной картой, это позволит с уверенностью отнести такие источники наблюдаемых вариаций к общим причинам вариабельности (системным причинам), которые находятся в поле деятельности менеджмента предприятия, а не цехового персонала.

Эта функция позволяет проводить визуальный поиск связи различных факторов с выявленными признаками действия особых причин вариаций в точках, выделенных красным цветом в соответствии с применёнными пользователем **зональными критериями Western Electric**.

Пользователь может показать или скрыть блоки с формулами расчёта контрольных границ, значениями σ , индексами воспроизводимости Cp, Cpk. По умолчанию блок с формулами для расчёта контрольных границ скрыт.

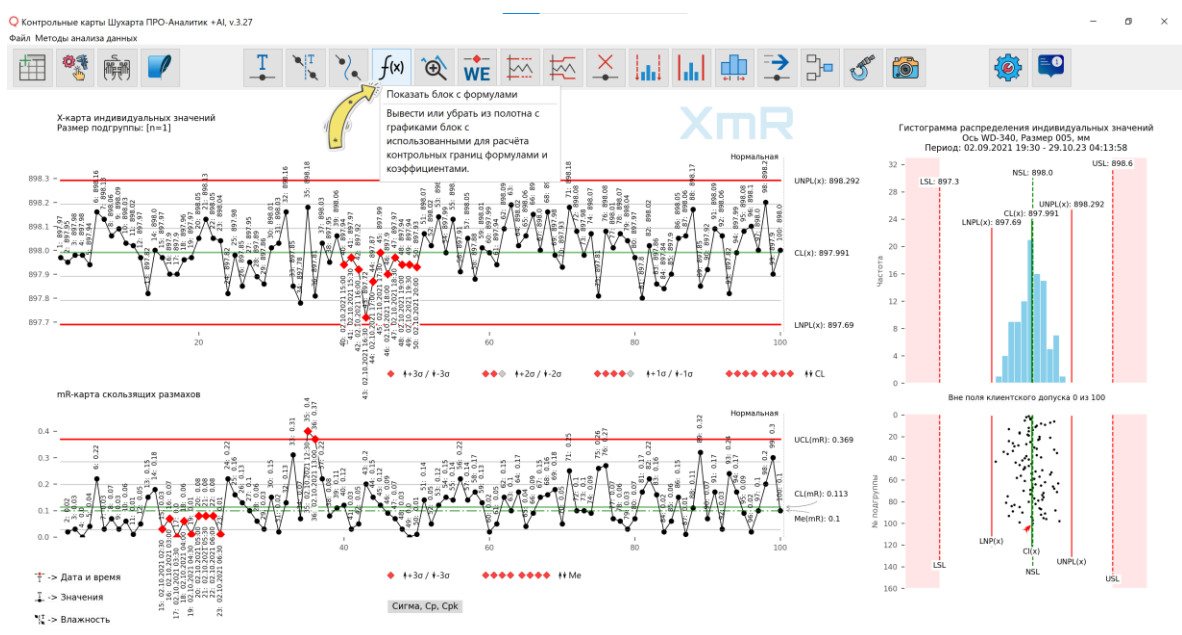


Рисунок 6. Главная панель управления. Выделена кнопка [Показать блоки формул и значений].



Рисунок 7. Панель управления демонстрацией и скрытием блоков формул для расчёта границ контрольной XmR-карты (индивидуальных значений) Шухарта. Блок формул скрыт.



Рисунок 8. Панель управления демонстрацией и скрытием блоков формул для расчёта границ контрольной XmR-карты (индивидуальных значений) Шухарта. Блок формул выведен в области графика.

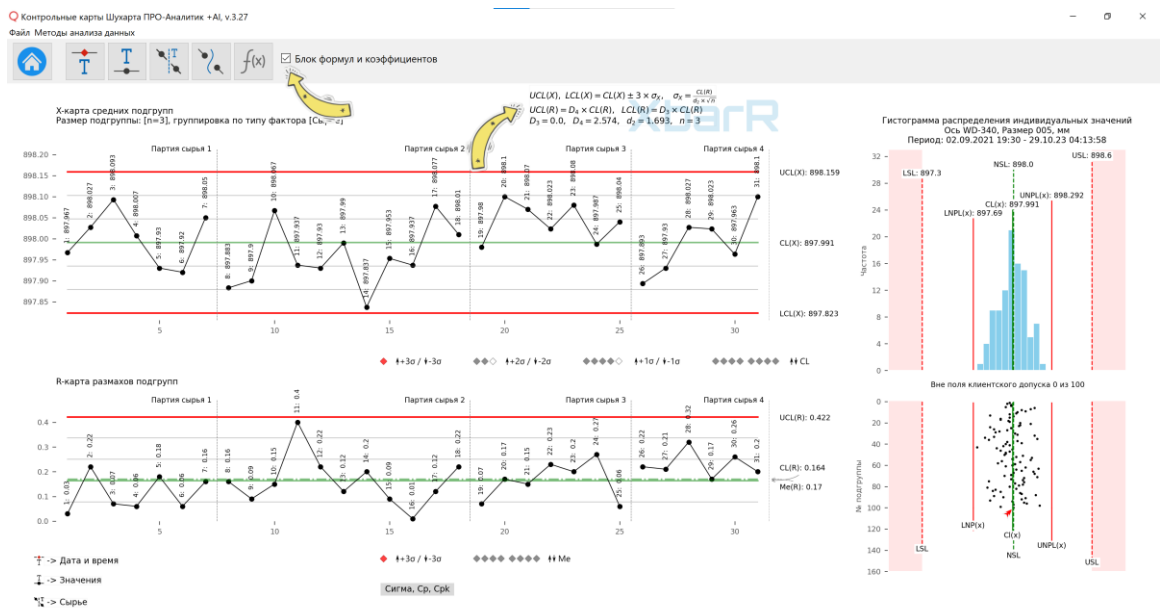


Рисунок 9. Панель управления демонстрацией и скрытием блоков формул для расчёта границ контрольной XbarR-карты (средних и размахов подгрупп) Шухарта. Блок формул выведен в области графиков.

Аннотации с номерами подгрупп к выбранным пользователем точкам

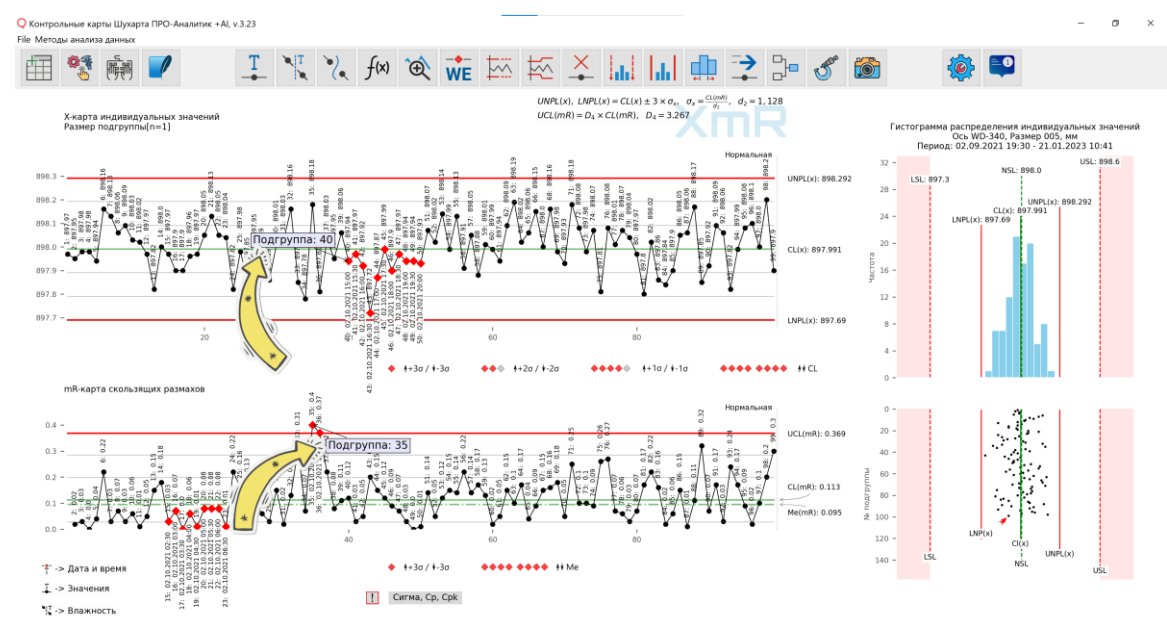


Рисунок 10. Открытие аннотации с номером подгруппы к выбранной пользователем точке осуществляется кликом левой кнопки мыши при наведении курсора на точку. Скрытие аннотации осуществляется кликом правой кнопки мыши при наведении курсора мыши на область аннотации (не на точку).

Индексы воспроизводимости Cp, Cpk

Автоматически рассчитываются индексы воспроизводимости Cp (жизненное пространство процесса относительно поля допуска), Cpk (центрированность процесса в поле допуска) для первичного построения контрольной карты. Далее, при модификации контрольных границ с использование функций **закрепления контрольных границ**, **контрольных границ для отдельных серий**, **удаления точек** - индексы воспроизводимости Cp, Cpk не пересчитываются.

Начиная с версии v.3.23 значения рассчитанных индексов воспроизводимости Cp, Cpk и Сигмы процесса $[\sigma]$ выводятся в отдельном текстовом блоке в центре полотна с графиками по нажатию на кнопку [Сигма, Cp, Cpk] под графиками.

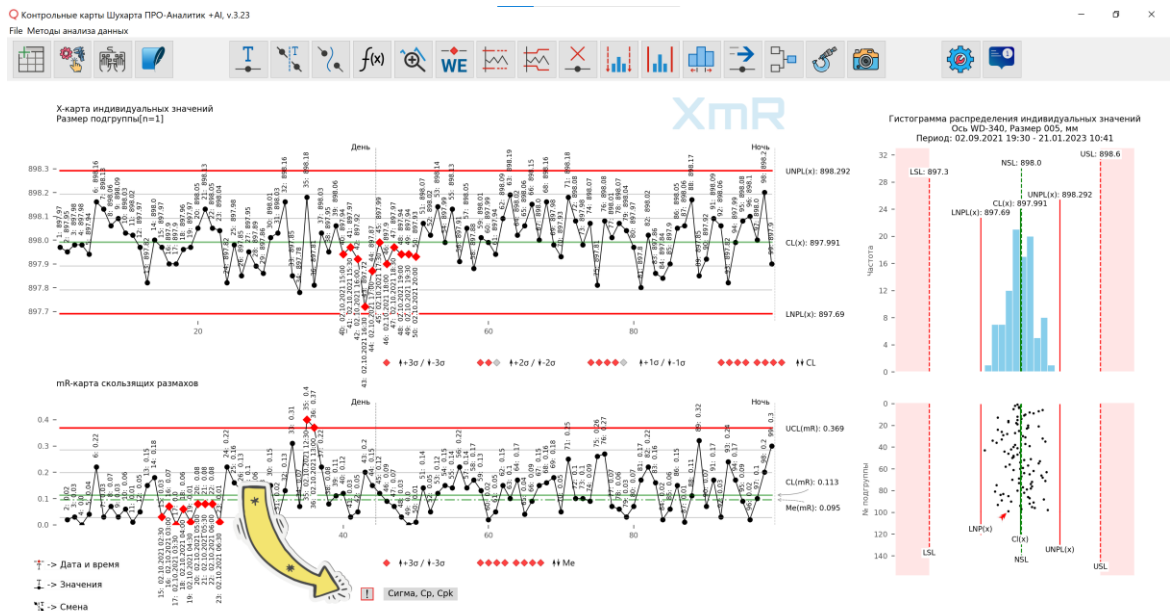


Рисунок 11. Если процесс демонстрирует статистически неуправляемое состояние, слева от кнопки [Сигма, Cp, Cpk] выводится предупреждающая кнопка "Внимание!".

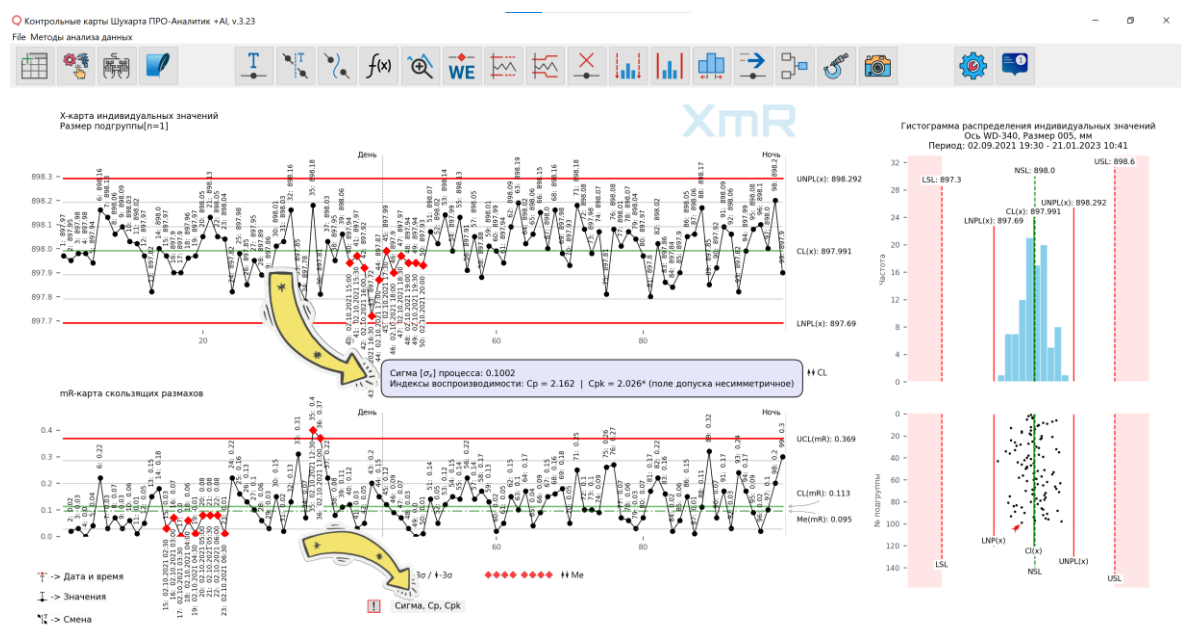


Рисунок 12. Текстовый блок с рассчитанными Сигмой процесса $[\sigma]$ и индексами воспроизводимости Cp , Cpk , который скрывается повторным кликом по кнопке [Сигма, Cp , Cpk].

Внимание! Если процесс находится в статистически неуправляемом состоянии, индексы (Cp , Cpk) не имеют смысла, такой процесс по определению невоспроизводим.

Важно! Индексы воспроизводимости имеют серьёзные недостатки по сравнению с простыми графическими методами (контрольная карта и гистограмма распределения значений с границами допусков). Кроме указанного выше, индексы воспроизводимости должны использоваться в паре, иначе вы легко будете введены в заблуждение каждым из них.

Индекс жизненного пространства (Cp) не говорит, где находится процесс относительно полей допуска, внутри или даже целиком за границами допуска. Индекс центрированности (Cpk) не даёт представления о стороне смещения стабильного процесса от центра поля допуска, а следовательно, скрывает важную для улучшения процесса информацию, и не имеет смысла, если номинал не совпадает с центром поля допуска (несимметричные поля допусков).

Для понимания метода расчёта индексов воспроизводимости Cp , Cpk и их недостатков познакомьтесь со статьёй: [Достаточно ли анализа гистограмм распределения и индексов воспроизводимости \$Cp\$, \$Cpk\$? Начинать анализ с построения контрольных карт Шухарта!](#)

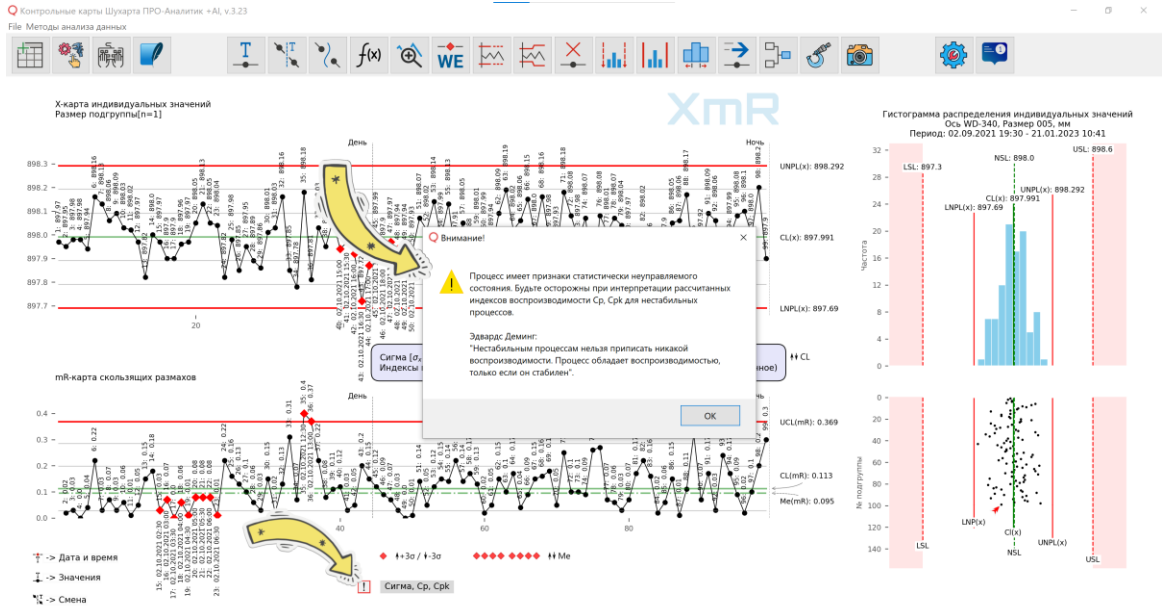


Рисунок 13. Открыто окно предупреждающего сообщения о применении индексов воспроизводимости к нестабильному процессу, которое открывается кликом левой кнопкой мыши по кнопке "Внимание!" слева от кнопки [Сигма, Ср, Срк].

Масштабирование графиков контрольных карт Шухарта по осям X и Y

Функция изменения масштаба графиков позволяет вывести только интересующую вас область контрольной карты. Дополнительно это помогает избежать наложения подписей к точкам, когда на контрольной карте их более ста. Функция масштабирования по оси [Y] упростит визуальное сравнение разброса данных различных контрольных карт.

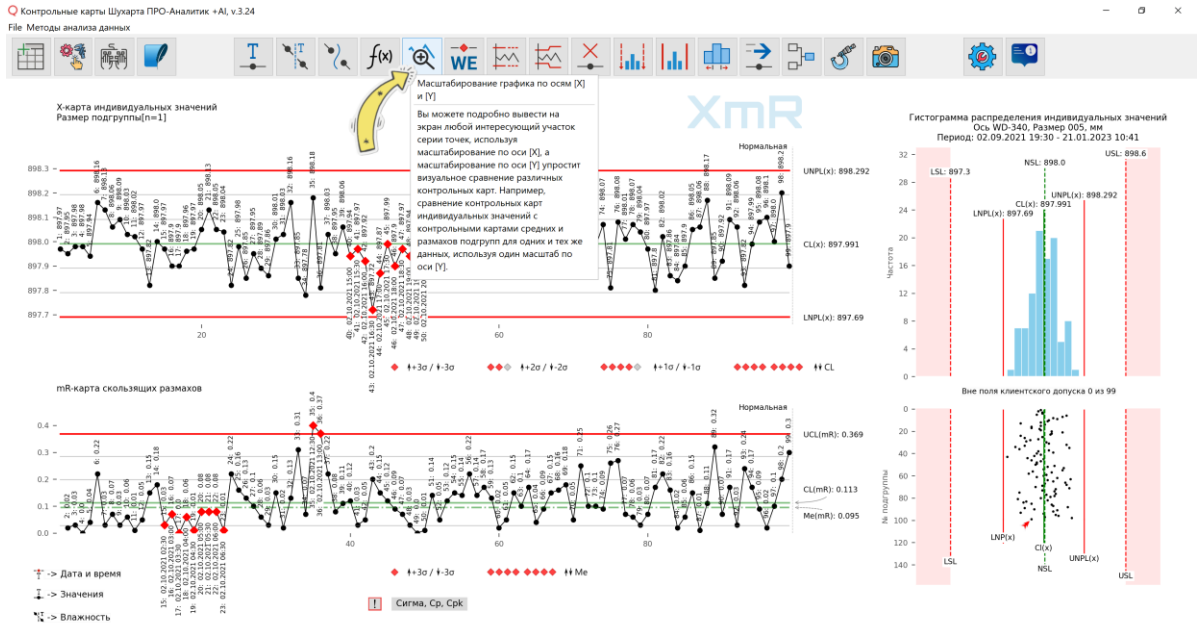


Рисунок 1. Введена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления масштабированием графиков контрольной карты Шухарта по осям X (ось номеров подгрупп) и Y (ось значений).



Рисунок 2. Панель управления масштабированием контрольных карт по осям [X] и [Y]. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления масштабированием графиков контрольной карты Шухарта по оси X (оси номеров подгрупп).

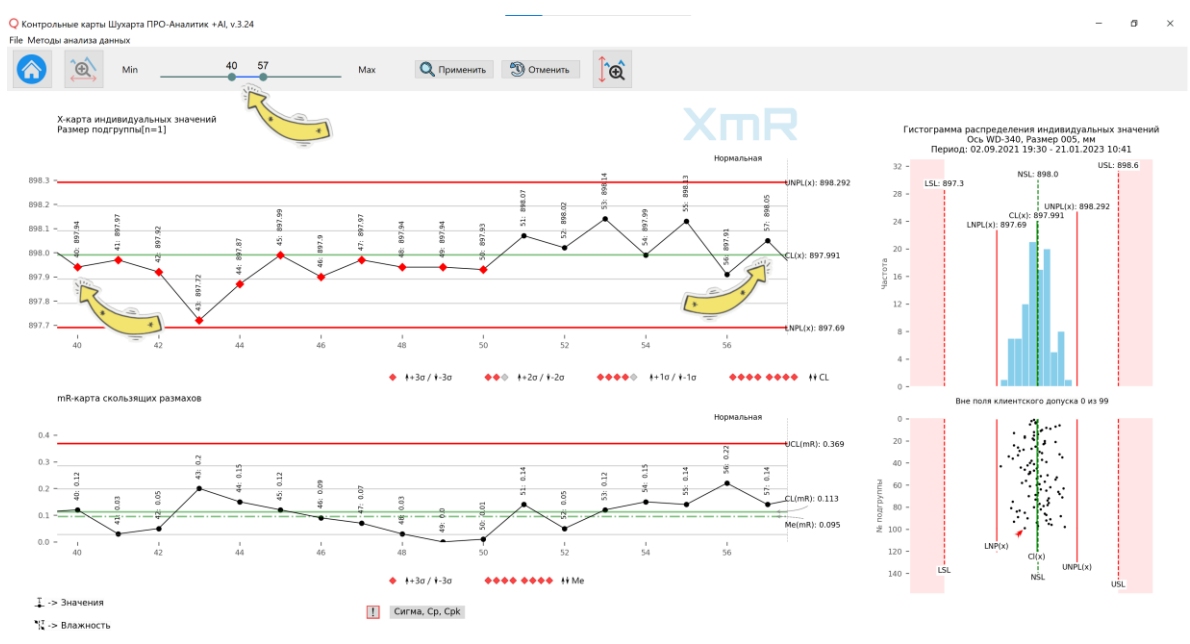


Рисунок 3. Панель управления масштабированием графиков контрольной карты Шухарта по оси X (ось номеров подгрупп). На рисунке применено масштабирование с выводом диапазона от подгруппы 40 до подгруппы 57. Выбор диапазона точек отображаемых на графике контрольной карты осуществляется перетаскиванием бегунков соответствующего виджета в панели управления. Кнопка [Применить] используется для применения выбранного диапазона к графику контрольной карты, а кнопка [Отменить] отменяет масштабирование.

Масштабирование графиков контрольных карт Шухарта по оси Y

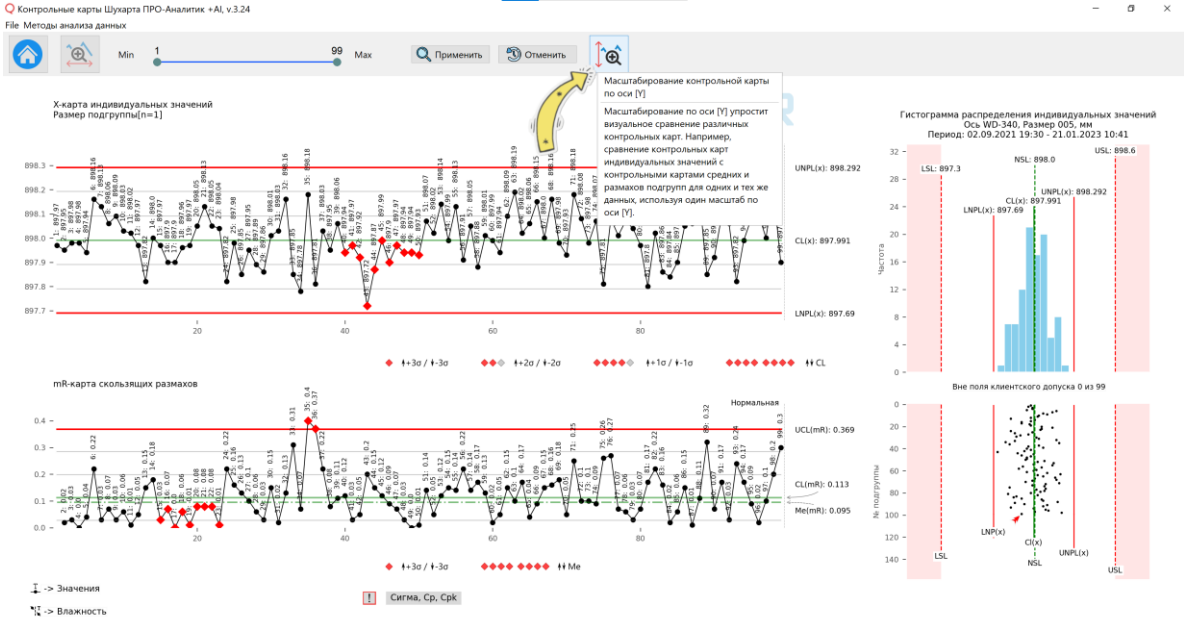


Рисунок 4. Панель управления масштабированием контрольных карт по осям [X] и [Y]. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления масштабированием графиков контрольной карты Шухарта по оси Y (оси значений).

Вы можете использовать диапазон Min-Max оси Y (оси значений), полученный автоматически из текущего графика, или установить минимальное и максимальное значения вручную.



Рисунок 5. Панель управления масштабированием контрольных карт по оси [Y]. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку автоматического получения максимального и минимального значения по оси Y (оси значений) текущего графика контрольной X-карты индивидуальных значений, которые вводятся в соответствующие поля значений.

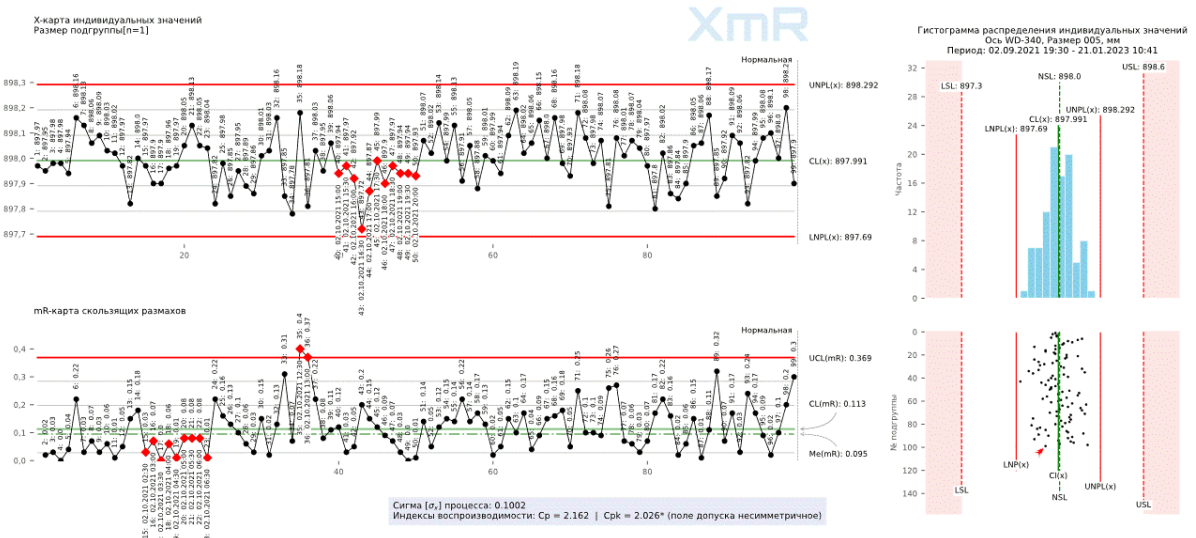


Рисунок 6. Панель управления рациональной группировкой данных. В области графика выведена контрольная XbarR-карта средних и размахов подгрупп для данных, по которым на предыдущем шаге была построена контрольная XmR-карты индивидуальных значений и скользящих размахов и получены значения Min, Max по оси Y.



Рисунок 7. Панель управления масштабированием контрольных карт по оси [Y]. К контрольной XbarR-карте средних и размахов подгрупп применены максимального и минимального значения по оси Y (оси значений) полученные для контрольной XmR-карты Шухарта, см. рисунок 5. Клик по кнопка [Отменить] будет отменено применённое масштабирование по оси Y и осуществлён возврат к автоматическому масштабированию верхнего графика контрольной карты.

Ниже в анимации представлен один из примеров применения функции масштабирования контрольных карт Шухарта для индивидуальных значений (XmR) в сравнении с контрольными картами средних и размахов подгрупп (XbarR) с размерами подгрупп n=4 и n=9, построенные для одного и того же ряда данных. Смотрите пояснение практической ценности этой функции в открытом решении [Сравнение среднемесячных значений с нормативами для ежедневных индивидуальных измерений - невежество. Примеры повсеместного применения "средней температуры по больнице"](#).



ADVANCED-QUALITY-TOOLS.RU

Рисунок 8. Контрольные карты Шухарта для индивидуальных значений (XmR) в сравнении с картами средних и размахов подгрупп (XbarR) с размерами подгрупп n=4 и n=9, построенные для одного и того же ряда данных.

Зональные критерии Western Electric для контрольных карт Шухарта

Вы можете выбирать любые правила, применяемые к точкам на контрольной карте, для выделения красным цветом и формой в соответствии с зональными критериями Western Electric.

Контрольные границы процесса (красные верхняя и нижняя линии) на рисунке ниже демонстрируют минимально достижимый потенциал процесса в случае идентификации и ликвидации влияния особых причин вариальности, которые явно проявились в красных точках.

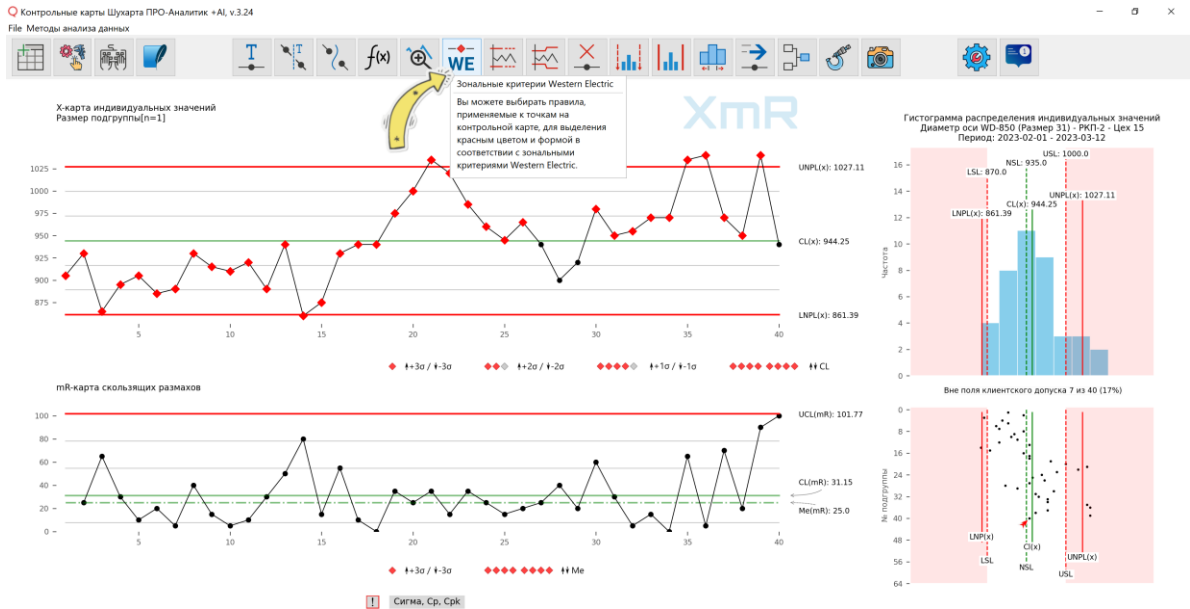


Рисунок 1. Окно с главной кнопочной панелью управления. На контрольной XmR-карте индивидуальных значений и скользящих размахов выделены красным цветом точки, свидетельствующие о наличии особых причин наблюдаемых вариаций, в соответствии с рекомендованными Дональдом Уилером зональными критериями Western Electric.



Рисунок 2. Кнопочная панель управления с кнопками управления правилами для контрольных карт Шухарта. Всплывающая подсказка при наведении мыши на кнопку зональных критериев Wester Electric для X-карты.



Рисунок 3. Кнопочная панель управления с кнопками управления Правилами для контрольных карт Шухарта. Всплывающая подсказка при наведении мыши на кнопку зональных критериев Wester Electric для mR-карты скользящих размахов или R-карты размахов подгрупп.

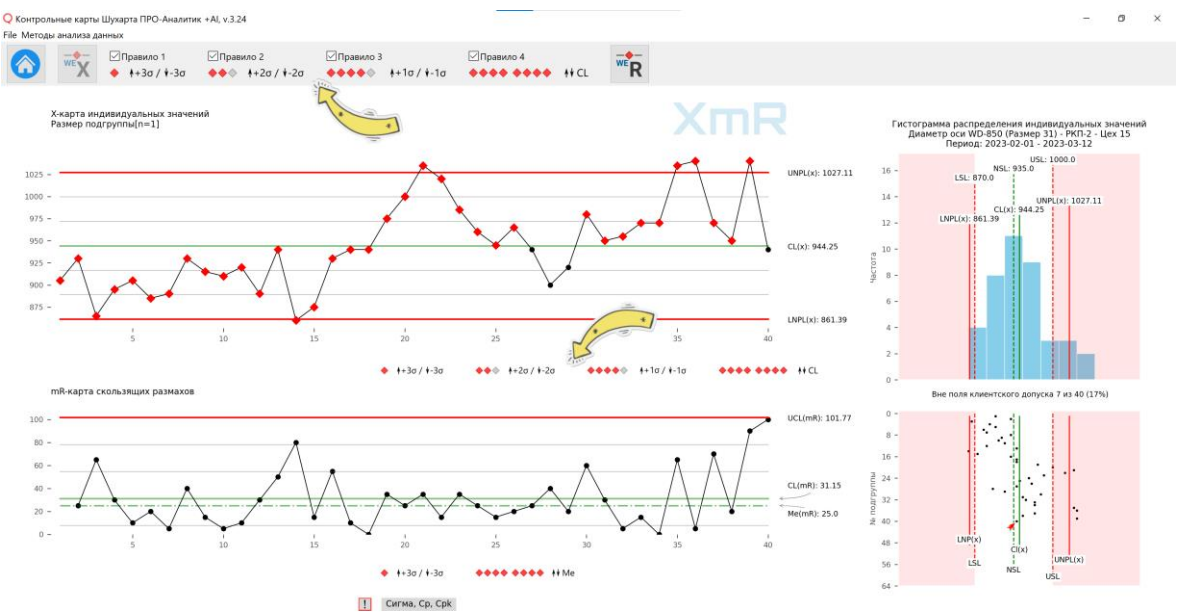


Рисунок 4. Открыта панель включение / отключения Правил для контрольной X-карты индивидуальных значений или Xbar-карты средних подгрупп. Все четыре правила (зональные критерии Wester Electric) включены.

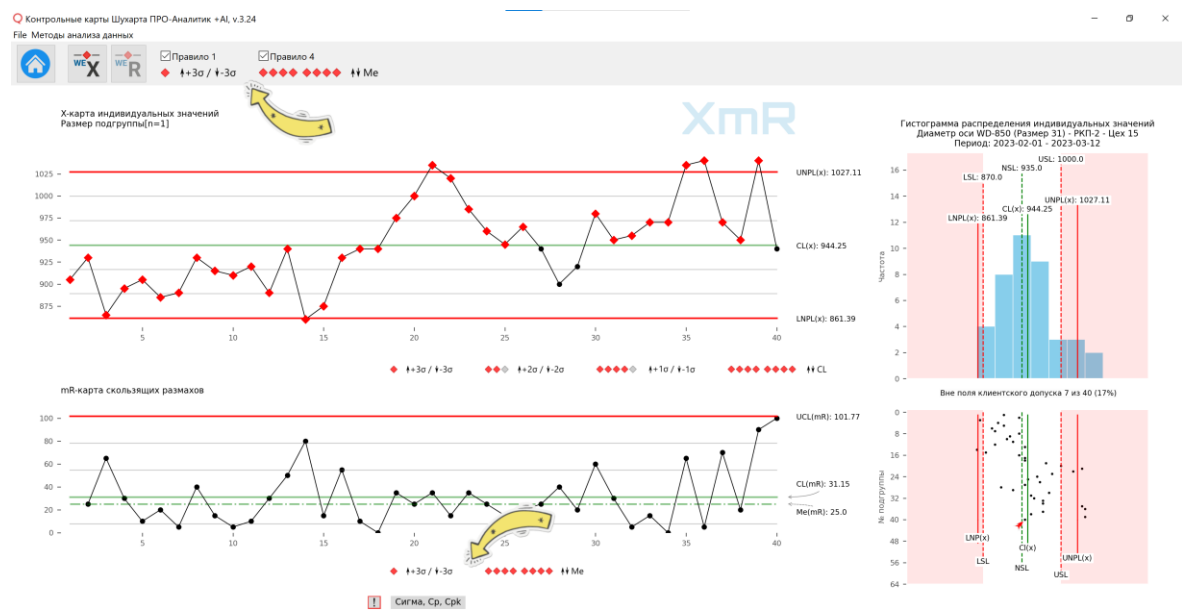


Рисунок 5. Открыта панель включение / отключения правил для контрольной mR-карты скользящих размахов или R-карты размахов подгрупп. Все два правила (зональные критерии Wester Electric) включены.

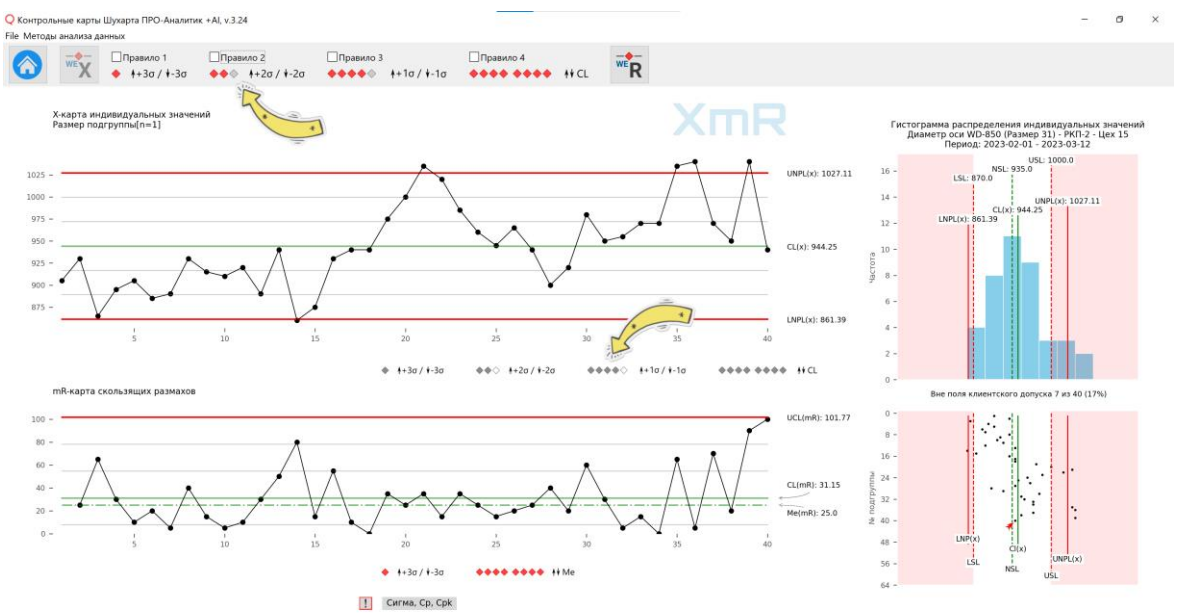


Рисунок 6. Открыта панель включение / отключения правил для контрольной X-карты индивидуальных значений. Все четыре правила (зональные критерии Westar Electric) отключены.

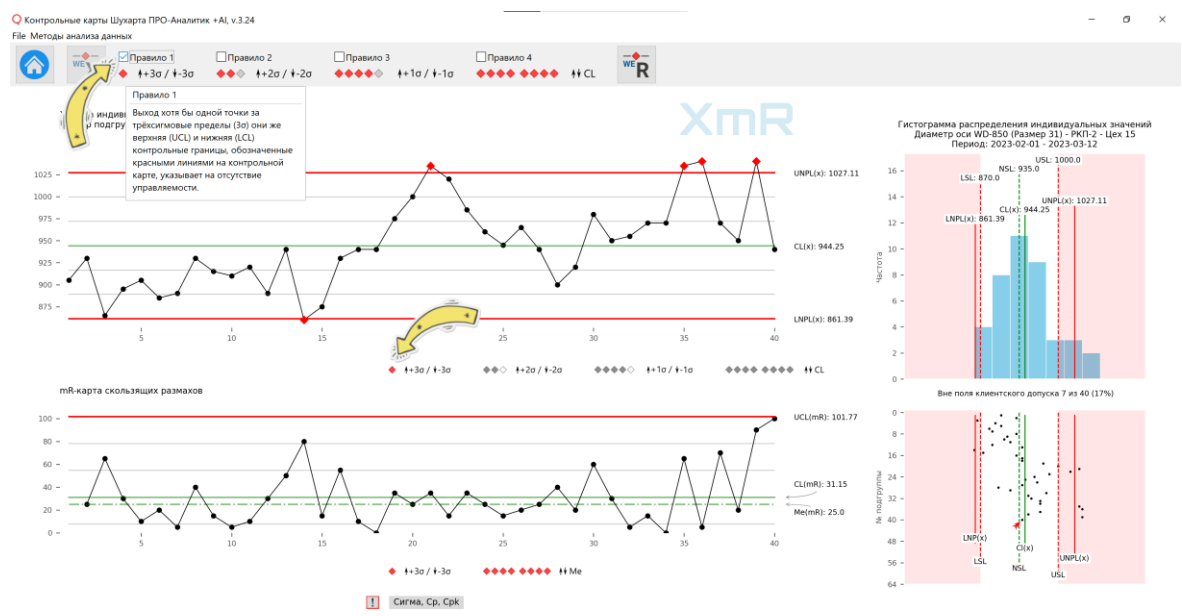


Рисунок 7. Открыта панель включение / отключения правил для контрольной X-карты индивидуальных значений. Включено только Правило 1. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле с именем Правила 1 зональных критериев Westar Electric.

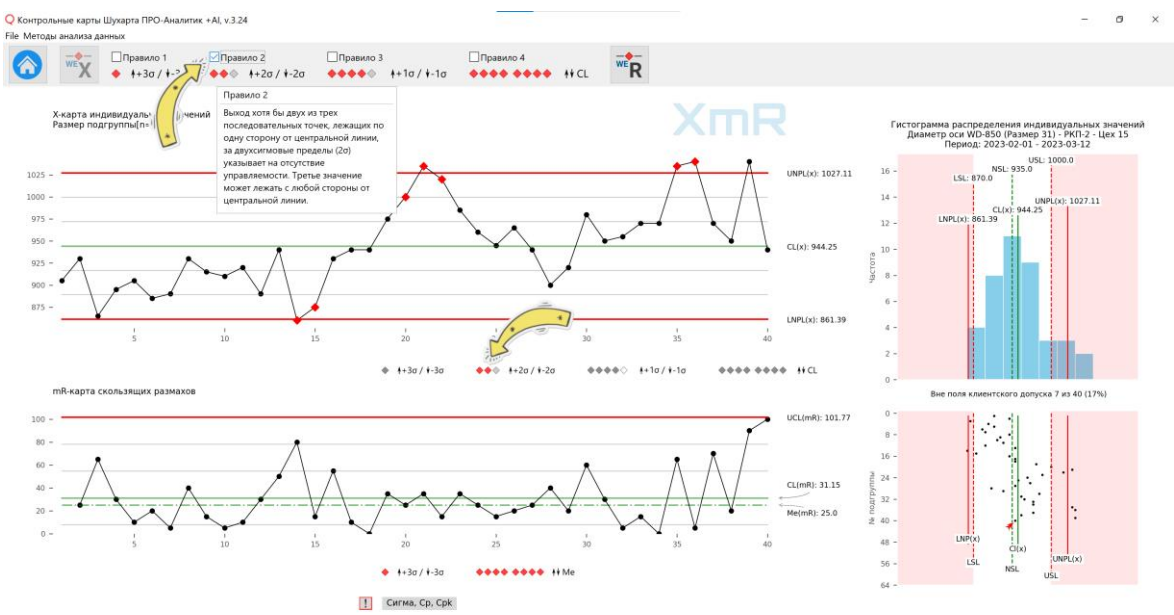


Рисунок 8. Открыта панель включения / отключения правил для контрольной X-карты индивидуальных значений. Включено только Правило 2. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле с именем Правила 2 зональных критериев Wester Electric.

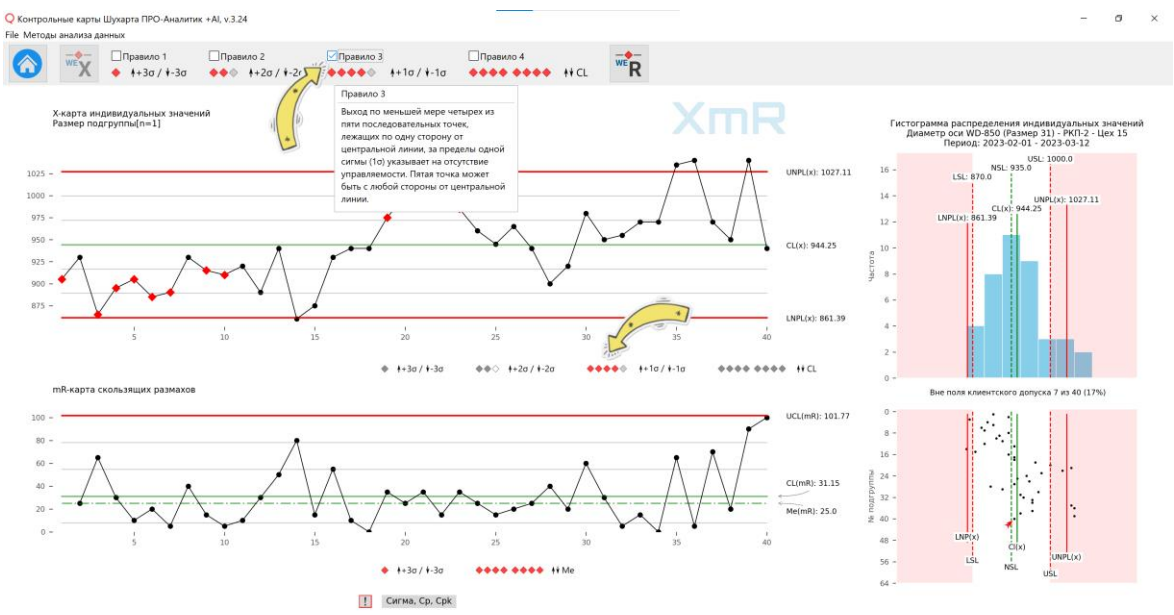


Рисунок 9. Открыта панель включения / отключения правил для контрольной X-карты индивидуальных значений. Включено только Правило 3. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле с именем Правила 3 зональных критериев Wester Electric.

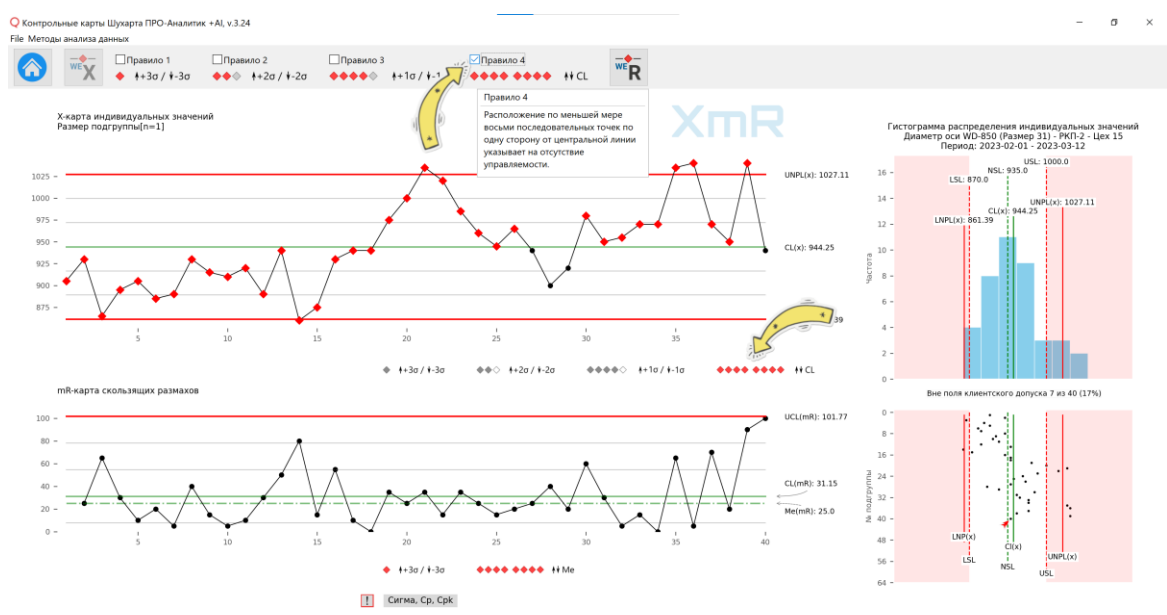


Рисунок 10. Открыта панель включения / отключения правил для контрольной X-карты индивидуальных значений. Включено только Правило 4. Выведена всплывающая подсказка при наведении курсора мыши на поле с именем Правила 4 зональных критериев Wester Electric.

Условные обозначения в форме управления

Для карт индивидуальных значений и средних подгрупп

- ◆ ↑+3σ / ↓-3σ Правило - 1: Хотя бы 1 точка выше (3σ) или ниже (-3σ)
- ◆◆◆ ↑+2σ / ↓-2σ Правило - 2: В серии из 3 точек, 2 точки выше (2σ) или ниже (-2σ)
- ◆◆◆◆◆ ↑+1σ / ↓-1σ Правило - 3: В серии из 5 точек, 4 точки выше (1σ) или ниже (-1σ)
- ◆◆◆◆◆◆◆◆ ↑↑CL Правило - 4: Серия из 8 и более точек выше или ниже Центральной линии (CL)

Для карт скользящих (mR) и групповых размахов (R)

- ◆ ↑UCL / ↓LCL Правило - 1: Хотя бы 1 точка выше (UCL) или ниже (LCL)
- ◆◆◆◆◆◆◆◆ ↑↑Me Правило - 4: Серия из 8 и более точек выше или ниже Медианы Me(mR)

Удаление выбранных точек (подгрупп) из контрольной карты Шухарта, гистограммы и точечного графика. Гипотетические возможности процесса

Эта функция позволяет удалить точки (подгруппы), которые явно имеют признаки опечатки при вводе значений и позволяет получать гипотетические возможности анализируемого процесса "что если", при условии устранения особых причин.

При удалении точек пользователем автоматически пересчитываются контрольные границы на контрольной карте, гистограмме и точечном графике.

Пользователь может удалять единичные точки (подгруппы) и/или целые серии точек, указывая диапазон серий (от-до).

Удаление точек с ошибками записи значений

На рисунках 1-4 отображён тот же ряд данных до и после удаления выбранной точки (ошибки ввода), а проявляющаяся на рисунке 4 структура оставшегося ряда данных связана только с изменением масштаба графика по оси Y.

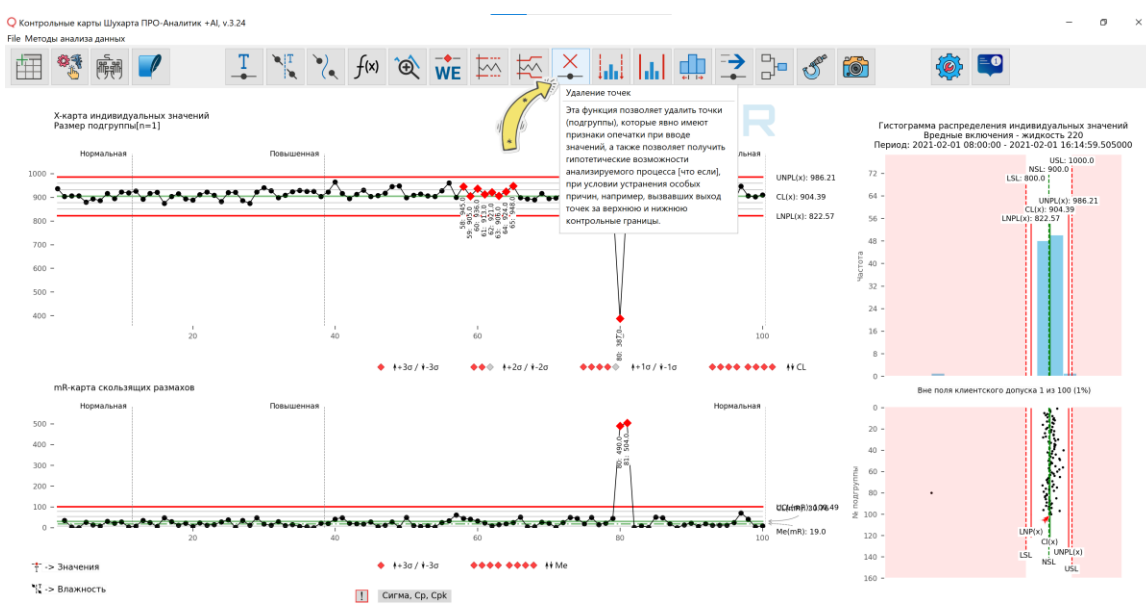


Рисунок 1. Кнопка перехода в панель управления удалением отдельных точек и серий точек. Точка №80, вышедшая далеко за нижнюю контрольную границу контрольной X-карты индивидуальных значений.



Рисунок 2. Панель управления удалением точек. Установлена галочка в чек-боксе отображения удалённых точек, снята галочка в чек-боксе демонстрации области оригинальных контрольных границ. Точка 80, вышедшая далеко за нижнюю контрольную границу контрольной X-карты индивидуальных значений выбрана для удаления.

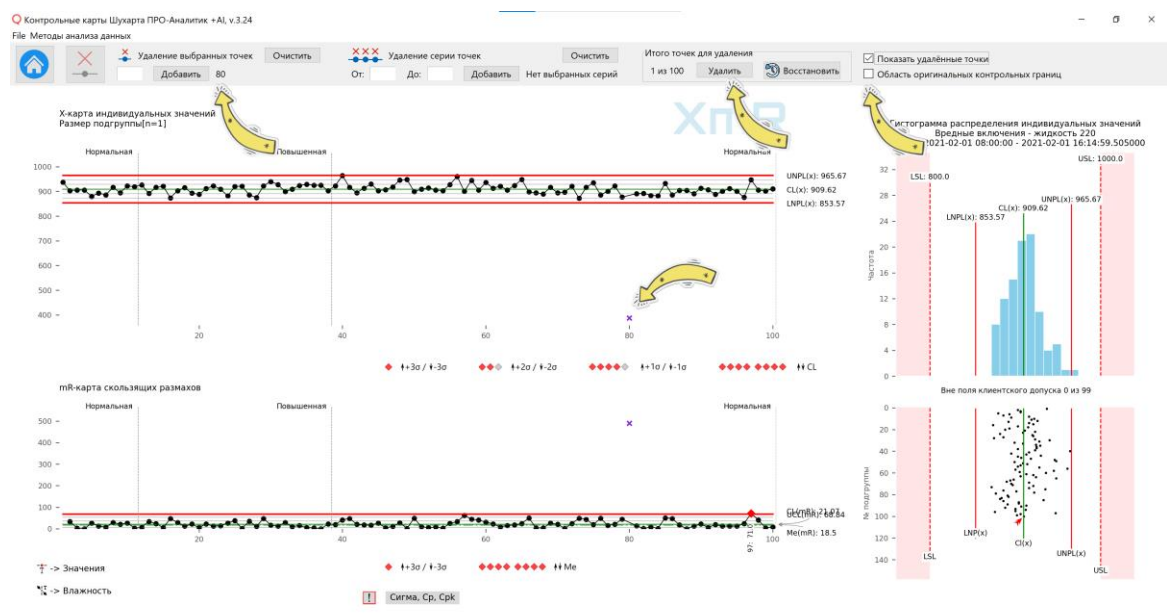


Рисунок 3. Панель управления удалением точек. Установлена галочка в чек-боксе отображения удалённых точек, снята галочка в чек-боксе демонстрации области оригинальных контрольных границ. Точка 80 удалена, а на её месте отображается фиолетовый крестик.

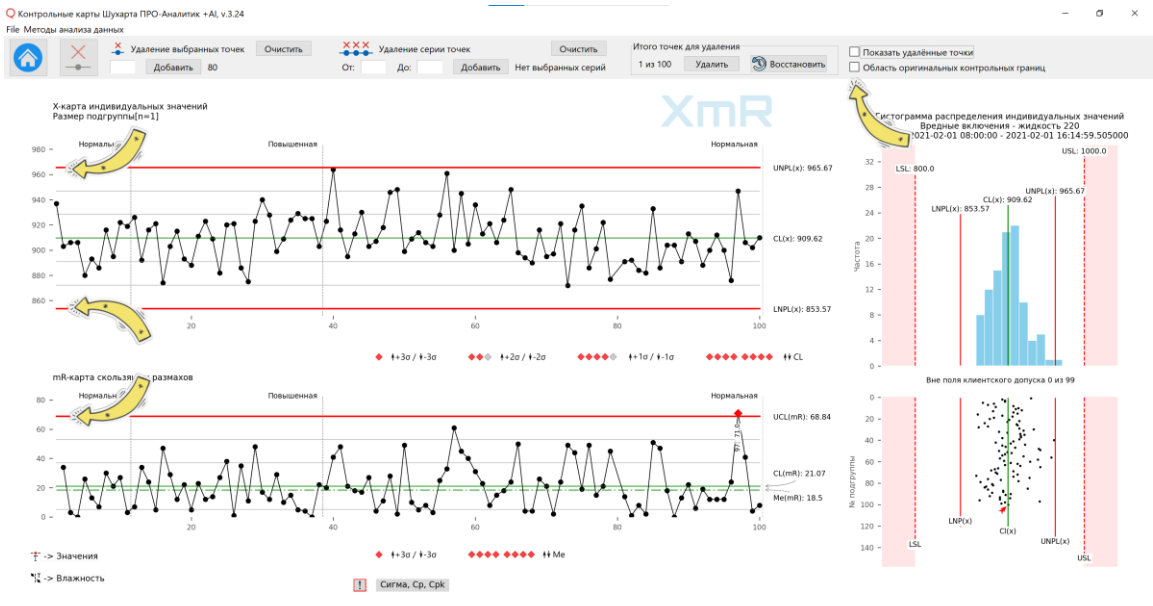


Рисунок 4. Результат после удаления точки (подгруппы) №80. Контрольные границы и центральная линия рассчитаны с учётом только оставшихся точек. Галочки в чекбоксах отображения удалённых точек и вывода области оригинальных контрольных границ сняты. Графики контрольной карты масштабированы по оси Y.

Мы настоятельно рекомендуем удалять выявленные ошибки записи из источника данных, чтобы вы могли продолжить работать с очищенными данными.

Гипотетические возможности процесса

Предложено [4] Дональдом Уилером.

Аналитик может выяснить возможности нестабильного процесса, когда он будет приведён в статистически управляемое состояние. Хотя рассчитанные контрольные границы даже для нестабильного процесса свидетельствуют о самом малом потенциале процесса (границах функционирования) при устранении особых причин вызвавших его статистически неуправляемое состояние, можно пойти дальше в выяснении гипотетических возможностей процесса.

Так, например, аналитик может удалять точки (подгруппы) вышедшие за контрольные границы с последующим автоматическим перестроением контрольной карты.

Например, для XmR-карты индивидуальных значений эту операцию необходимо проделать сначала для mR-карты скользящих размахов, а затем для X-карты индивидуальных значений, пока не будут удалены все точки вне контрольных пределов. При удалении некоторых "красных" точек новые точки могут переходить в зону вне контрольных пределов, становясь "красными", с ними необходимо будет поступить, как описано выше. В конце концов, вы сможете увидеть гипотетические возможности вашего процесса.

Вся история удаления отдельных точек и серий точек сохраняется в соответствующих полях панели управления. Для быстрого возврата графиков в состояние до удаления точек, необходимо нажать на кнопку [Восстановить]. Для демонстрации графиков контрольных карт, гистограммы и точечного графика с учётом удаления точек, необходимо заново нажать кнопку [Удалить] Пользователь может вывести на график удалённые точки в виде знака [x] или скрыть сняв галочку в чекбоксе [Показать удалённые точки].



Рисунок 5. На контрольной карте в "красных" точках выявлены сигналы присутствия особых причин наблюдаемых вариаций. Установлена галочка в чек-боксе отображения удалённых точек, снята галочка в чек-боксе демонстрации области оригинальных контрольных границ. Получение гипотетических возможностей процесса, приведённого в статистически управляемое состояние начинается с удаления "красных" точек, вышедших за контрольные границы на карте размахов.



Рисунок 6. На контрольной карте в "красных" точках выявлены сигналы присутствия особых причин наблюдаемых вариаций. Установлена галочка в чек-боксе отображения удалённых точек, снята галочка в чек-боксе демонстрации области оригинальных контрольных границ. Выявилась новая "красная" точка, вышедшая за контрольные границы на карте размахов - кандидат на следующее удаление.

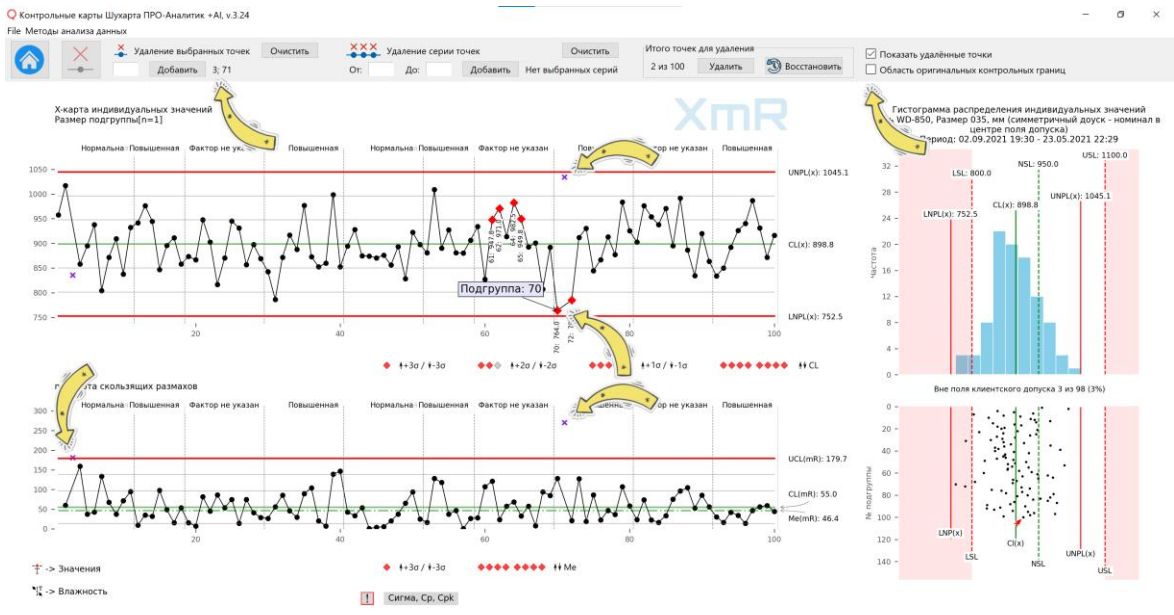


Рисунок 7. На контрольной карте в "красных" точках выявлены сигналы присутствия особых причин наблюдаемых вариаций. Установлена галочка в чек-боксе отображения удалённых точек, снята галочка в чек-боксе демонстрации области оригинальных контрольных границ. Выявилась новая "красная" точка, вышедшая за контрольные границы на карте размахов - кандидат на следующее удаление.



Рисунок 8. Последовательно из контрольной карты Шухарта удалены "красные" точки, которые сохраняются в поле со списком удалённых точек. Чек-бокс [Показать удалённые точки] включен - на графике контрольной карте удалённые точки показаны в виде знака [x]. Галочка в чек-боксе вывода области оригинальных контрольных границ снята. Контрольные границы и центральная линия рассчитаны с учётом только оставшихся точек. Мы довели процесс до гипотетического статистически управляемого состояния.



Рисунок 9. Удалённые точки показаны в виде знака [x]. Галочка в чек-боксе вывода области оригинальных контрольных границ установлена. Контрольные границы и центральная линия рассчитаны с учётом только оставшихся точек. Контрольная карта демонстрирует процесс в потенциальном статистически управляемом состоянии. Синяя область на гистограмме демонстрирует область оригинальных контрольных границ, рассчитанных до удаления точек.

Ниже, для наглядности отражения удалённых точек на графике контрольной карты, представлен ещё один пример.

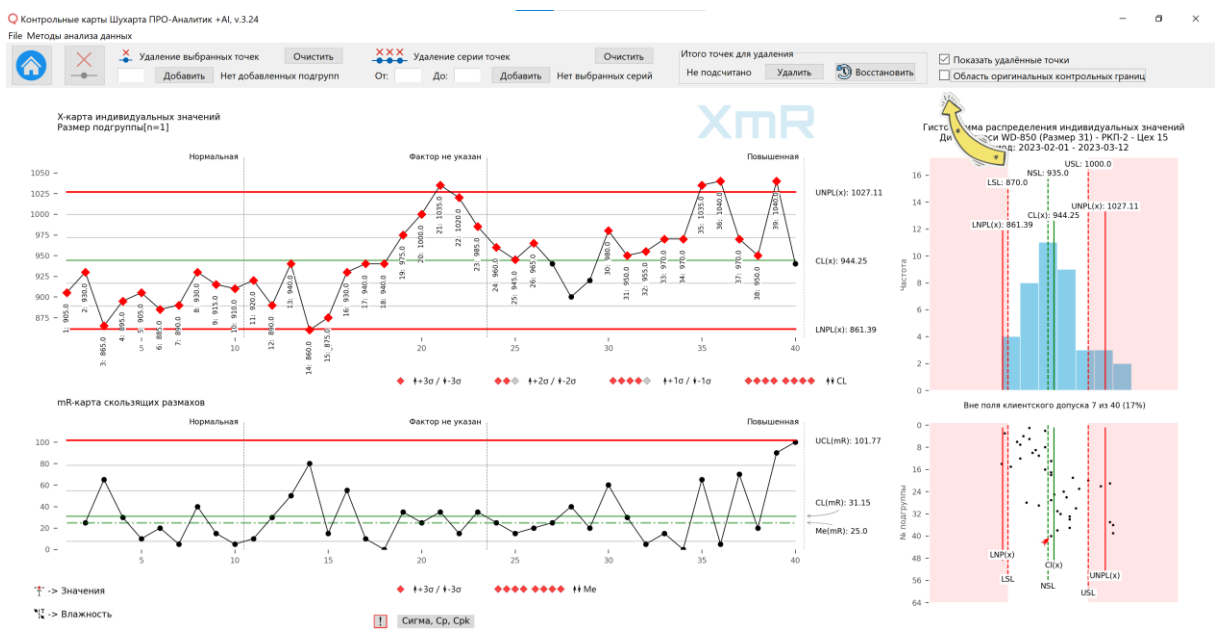


Рисунок 10. На контрольной карте в "красных" точка выявлены сигналы присутствия особых причин наблюдаемых вариаций. чек-бокс [Показать удалённые точки] включен. Галочка в чек-боксе вывода области оригинальных контрольных границ снята. Панель управления удалением точек.

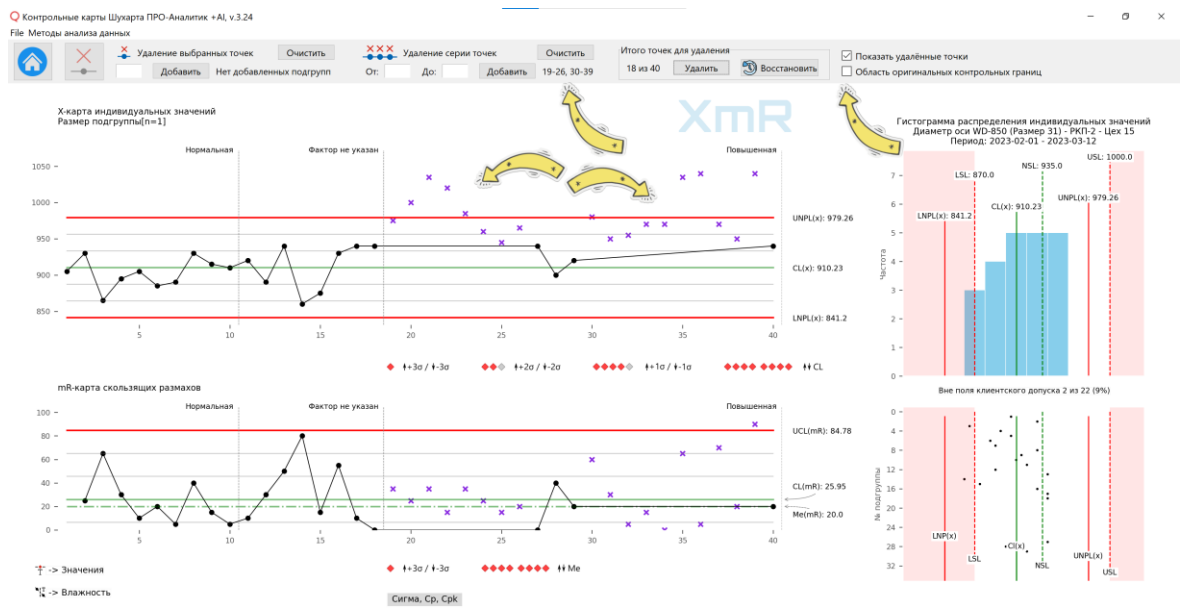


Рисунок 11. После удаления целых серий "красных" точек. Контрольные границы и центральная линия рассчитаны с учётом только оставшихся точек. чек-бокс [Показать удалённые точки] включен - на графике контрольной карте удалённые точки показаны в виде знака [x]. Галочка в чек-боксе вывода области оригинальных контрольных границ снята. Панель управления удалением точек.

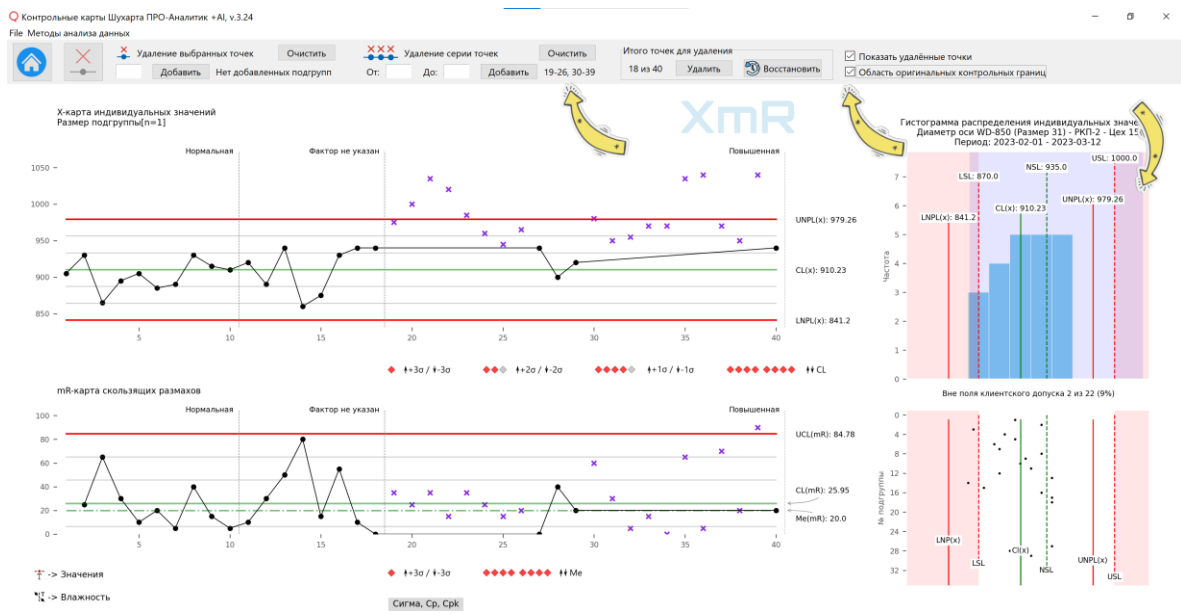
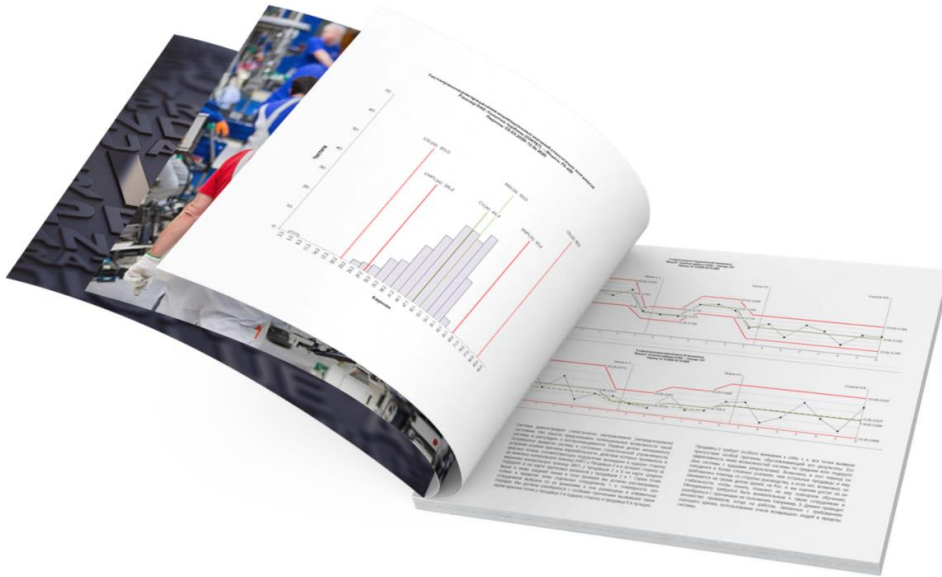


Рисунок 12. После удаления целых серий "красных" точек. На гистограмме выведена синяя область между нижней LNPL(x) и верхней UNPL(x) контрольными границами процесса до начала удаления точек пользователем. Чек-бокс [Показать удалённые точки] включен - на графике контрольной карте удалённые точки показаны в виде знака [x]. Галочка в чек-боксе вывода области оригинальных контрольных границ установлена.

Экспорт контрольных карт, гистограммы и точечного графика в векторном и растровых форматах с высочайшим качеством картинок



Вы можете сохранить графики контрольных карт Шухарта, гистограммы распределения индивидуальных значений и точечного графика со всей выведенной на них информацией в виде графического файла высокого разрешения в векторном или растровом формате (PDF, SVG, PNG). Полученную картинку можно отправить членам своей команды или вставить в любые формы отчётов и презентации.

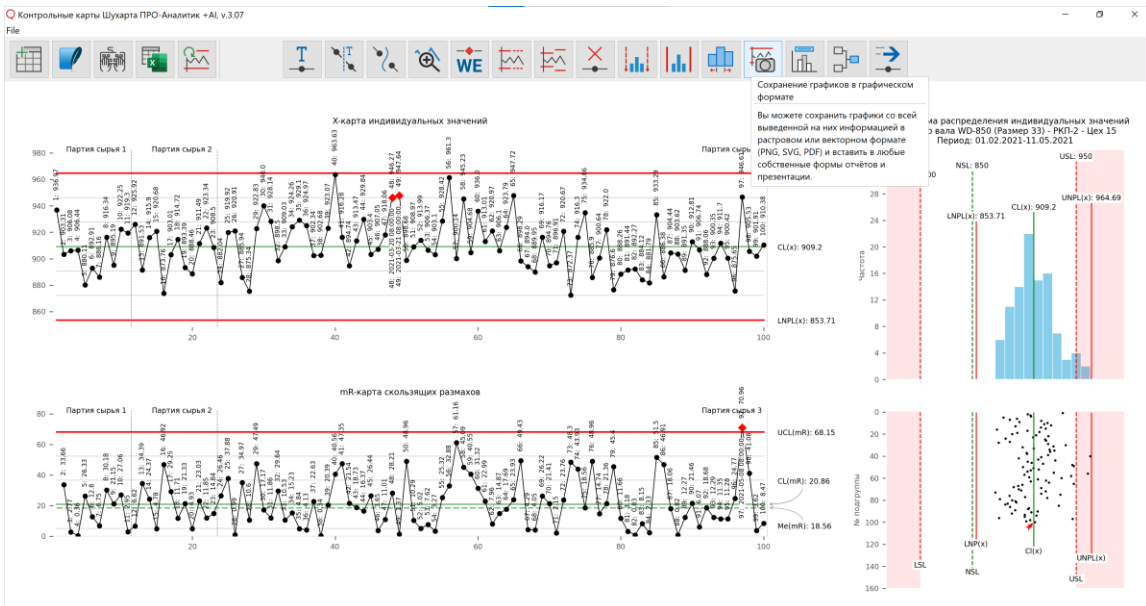


Рисунок 1. Кнопка перехода к панели управления сохранением графиков в графическом формате. Главное меню.

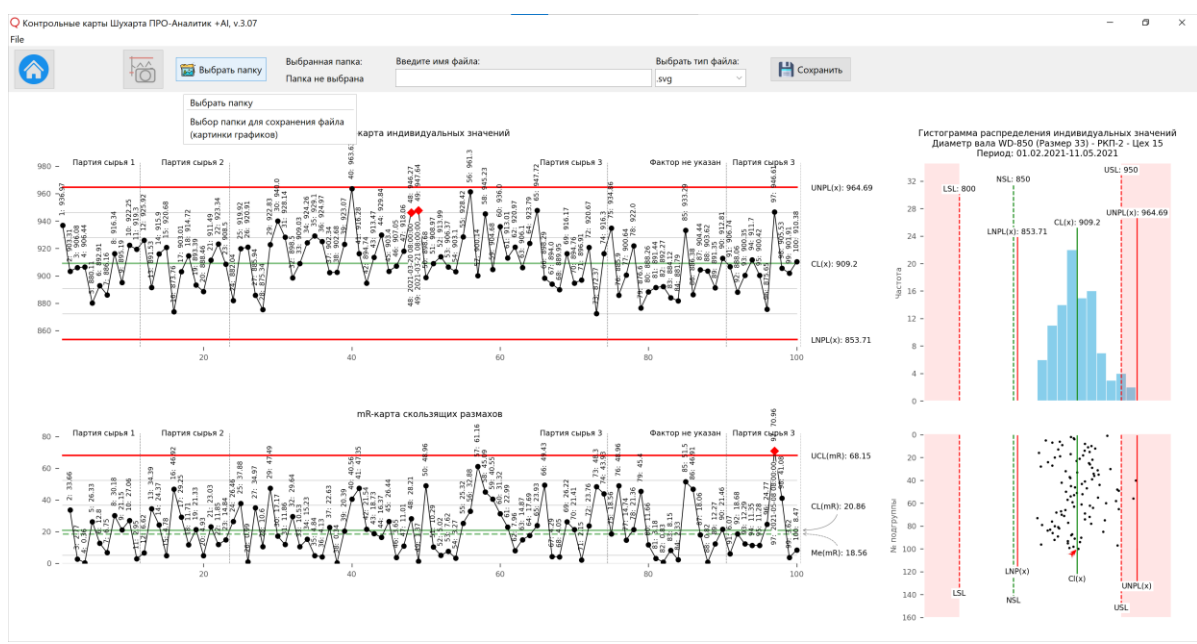


Рисунок 2. Мышь наведена на кнопку выбора папки для сохранения картинку. Панель управления сохранением графиков в графическом формате.

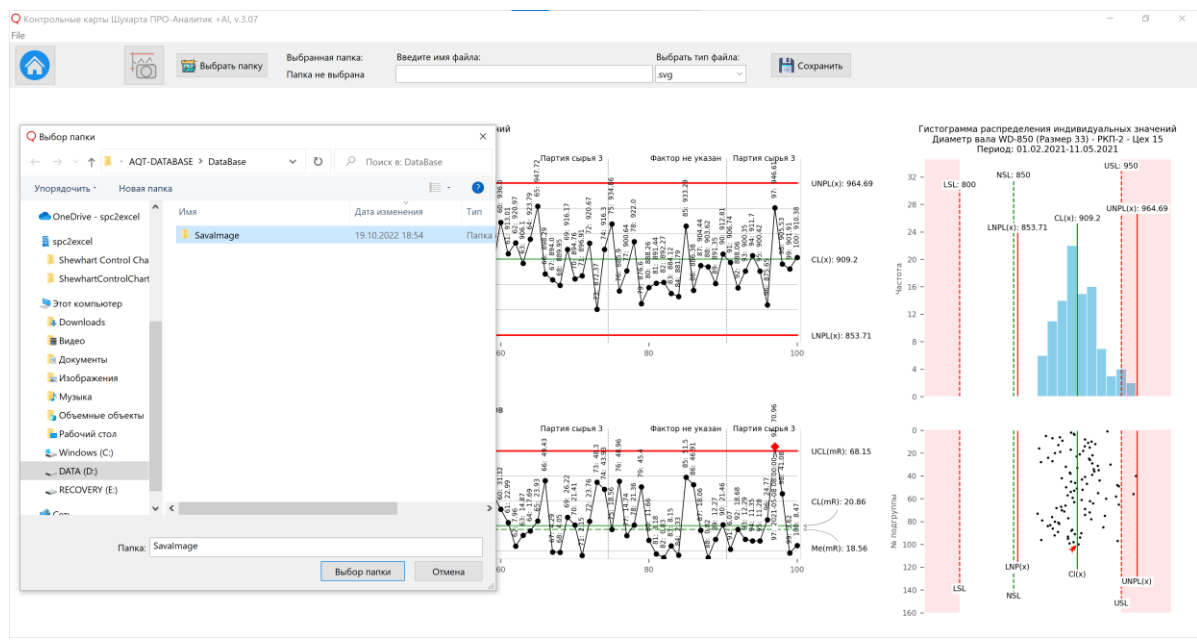


Рисунок 3. Открыто окно выбора папки для сохранения картинку. Панель управления сохранением графиков в графическом формате.

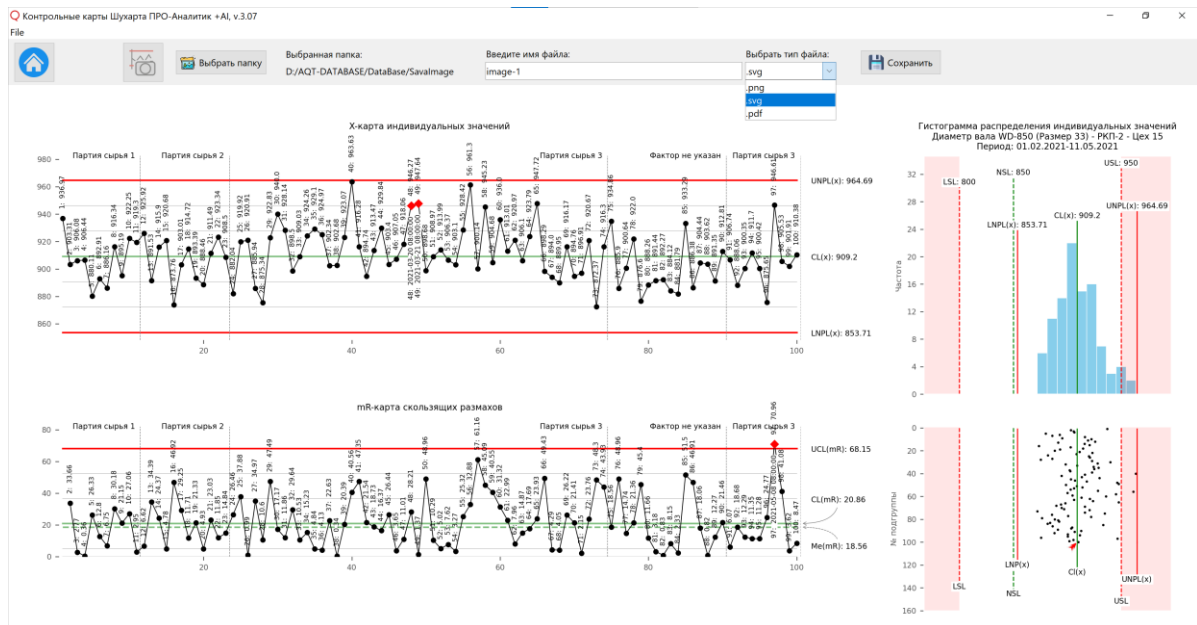


Рисунок 4. Папка выбрана, введено имя файла, открыт список выбора форматов графического файла. Панель управления сохранением графиков в графическом формате.

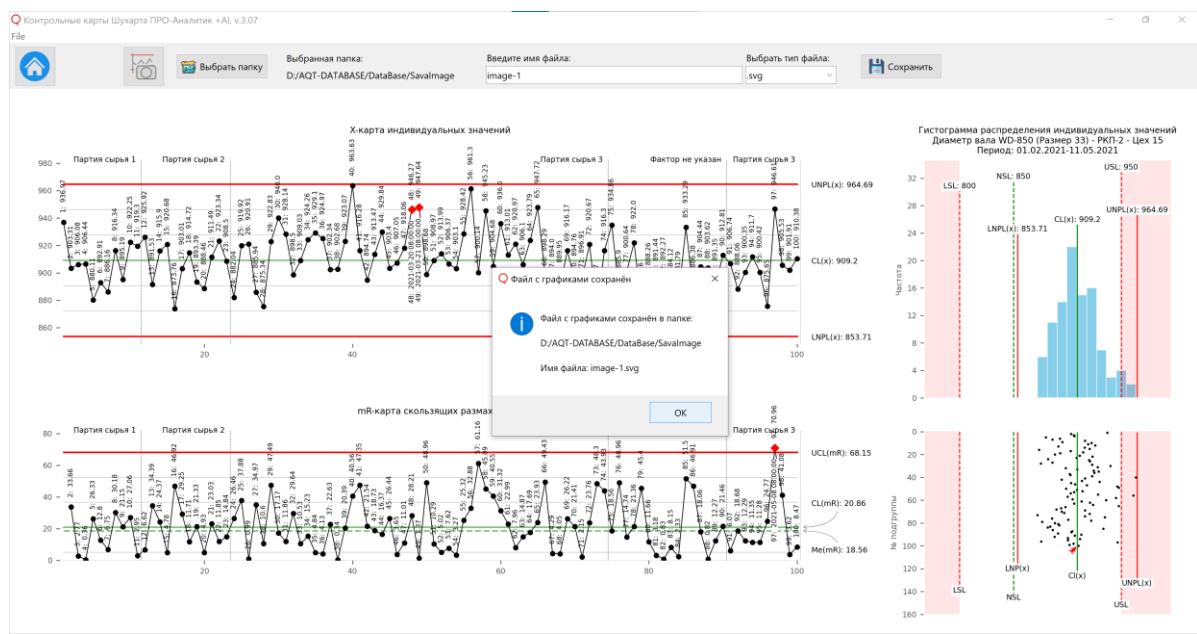


Рисунок 5. Окно уведомления о сохранении графического файла. Панель управления сохранением графиков в графическом формате.

Одностороннее и двустороннее закрепление контрольных границ для повышения чувствительности контрольной карты Шухарта при оперативном контроле процесса и для аналитической работы.

Функция закрепления контрольных границ на картах Шухарта, может быть применена классическим односторонним способом, когда рассчитанные до указанной точки статистически устойчивого состояния процесса контрольные границы продлеваются пунктирной линией в будущее. Применяется для прогнозирования поведения стабильного процесса в будущем (для нового ряда точек) и для повешения чувствительности контрольной карты. Новые точки контролируются относительно зафиксированных контрольных границ.

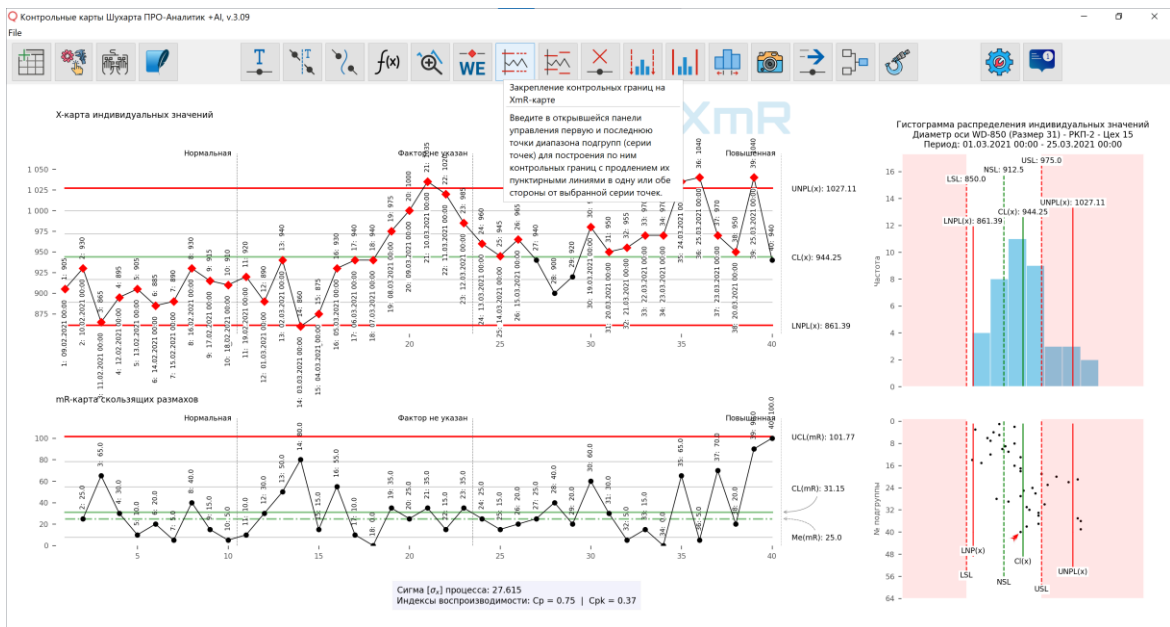


Рисунок 1. Кнопка перехода к панели управления функцией закрепления контрольных границ на картах Шухарта.

На рисунке ниже, одностороннее закрепление контрольных границ произведено на 15-й подгруппе (точке данных).



Рисунок 2. Расчёт и закрепление контрольных границ произведено до 15-й подгруппы (точки) XmR-карты с продлением контрольных границ на весь ряд данных пунктирной линией.

На рисунке ниже, одностороннее закрепление контрольных границ произведено на 15-й подгруппе (точке данных).

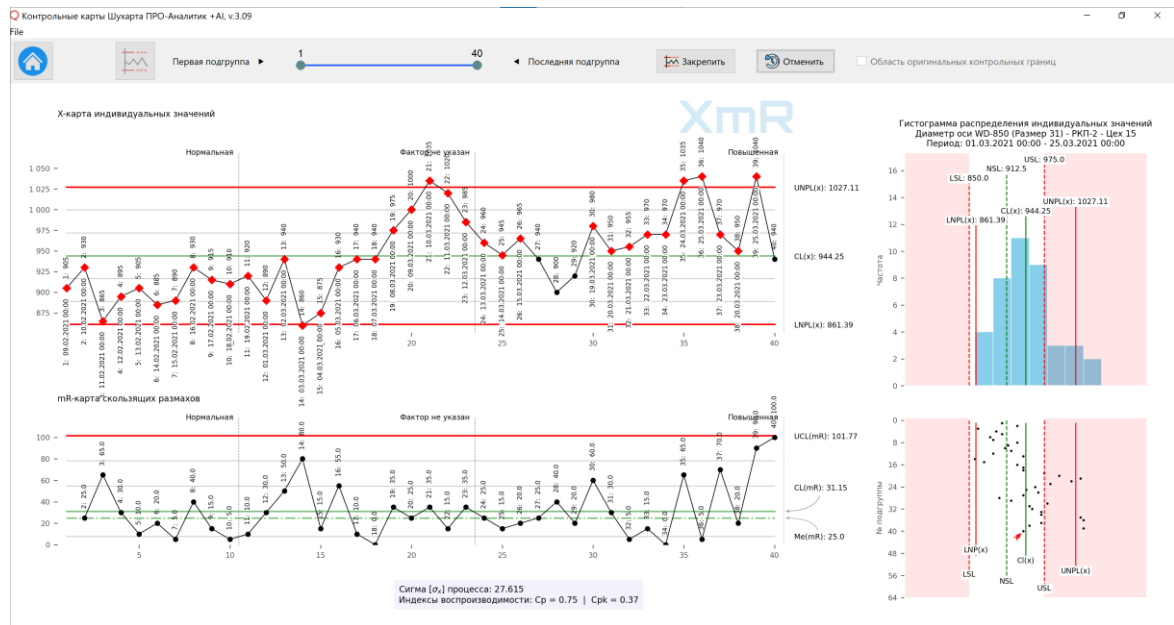


Рисунок 3. Контрольные границы для всего ряда данных - без закрепления. Использован тот же ряд данных, что и на рисунке 2.

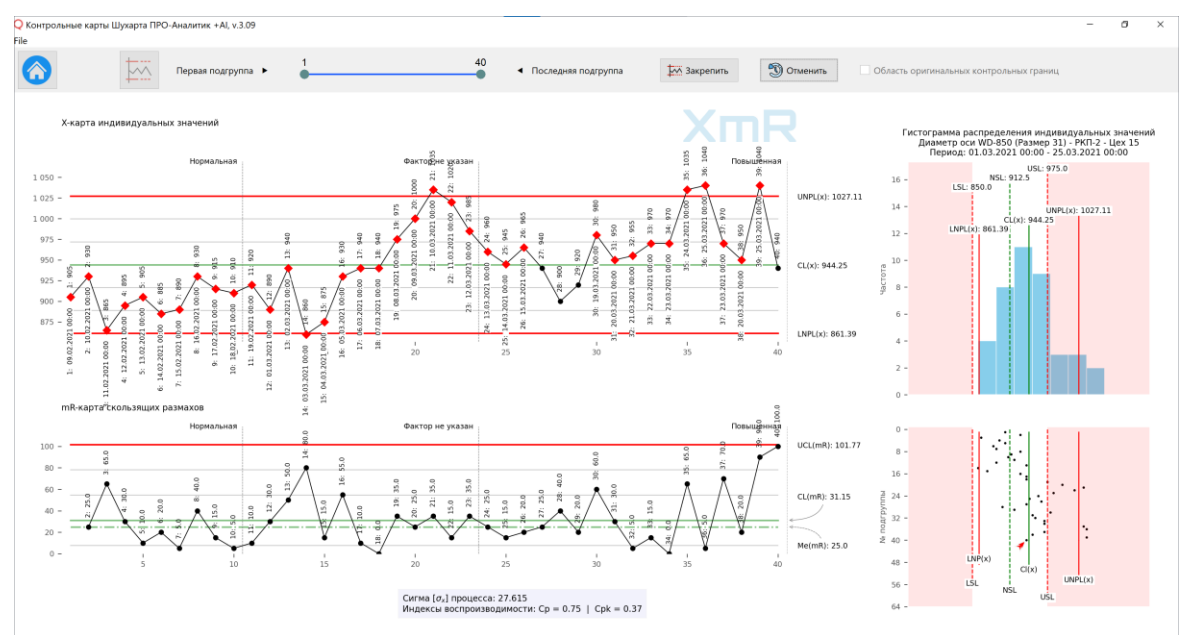


Рисунок 3. Контрольные границы для всего ряда данных - без закрепления. Использован тот же ряд данных, что и на рисунке 2.

Двусторонне закрепление позволяет закрепить контрольные границы на контрольной карте Шухарта с указанием подгруппы начала и подгруппы окончания серии точек. По выбранной серии точек будет произведён расчёт и закрепление контрольных границ с продлением их пунктирной линией в обе стороны от выбранной серии точек. Этот вариант особо востребован аналитиками.

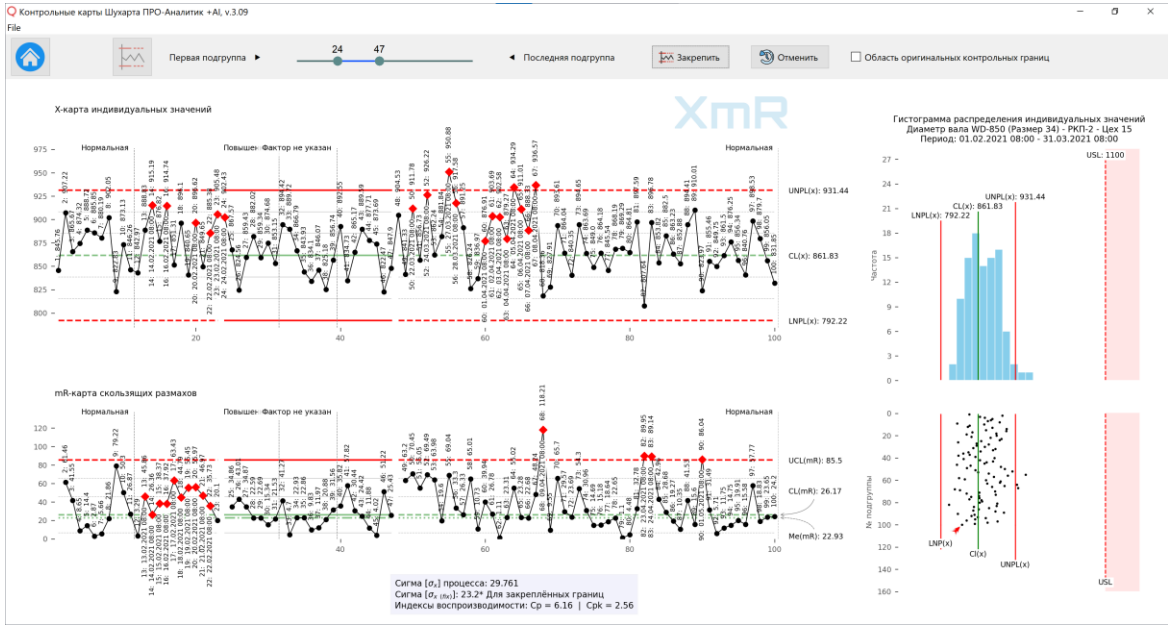


Рисунок 4. Расчёт и закрепление контрольных границ произведено от 24 до 47 подгруппы XmR-карты с продлением контрольных границ на весь ряд данных пункти

Аналитик может вывести синюю область оригинальных контрольных границ на гистограмме после применения функции закрепления контрольных границ. Это продемонстрирует положение оригинальных контрольных границ относительно закреплённых.

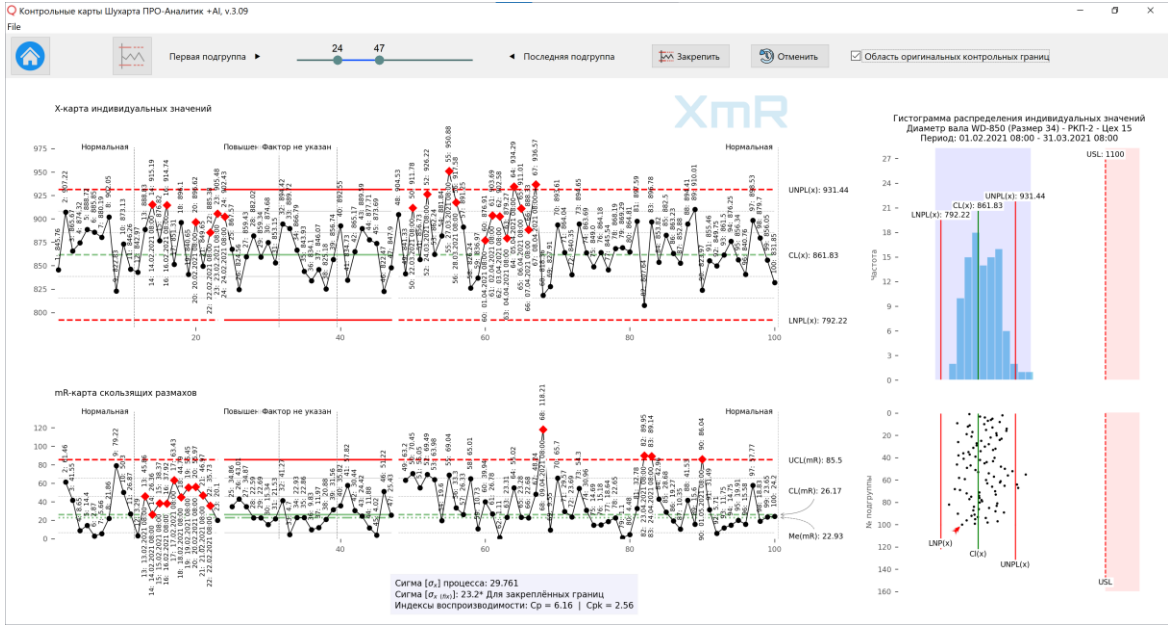


Рисунок 5. На гистограмме синим цветом выведена область оригинальных контрольных границ. Расчёт и закрепление контрольных границ произведено от 24 до 47 подгруппы XmR-карты с продлением контрольных границ на весь ряд данных пунктирной линией в обе стороны от выбранной серии точек.

На рисунке ниже представлены данные процесса с рисунка 4 но без закрепления контрольных границ.



Рисунок 6. Контрольные границы для всего ряда данных - без закрепления. Использован тот же ряд данных, что и на рисунках 4 и 5.

Функция закрепления контрольных границ позволяет, упростить понимание цеховым персоналом сути контрольных карт Шухарта для отслеживания изменений (вариаций происходящих под действием особых причин) в процессе, требующих внимания и оперативного реагирования для идентификации особых причин и их ликвидации. И наоборот, если новые точки будут вписываться в интервал между закрепленными границами стабильного процесса, это сообщит, что корректировки процесса в этом случае лишь ухудшат положение дел в виде, как минимум увеличения вариабельности (разброса данных вверх и вниз от центральной линии).

Если же вы намеренно пытаетесь сместить стабильный процесс в целях его лучшего центрирования в поле допуска, закрепление контрольных границ для серии точек до такой корректировки поможет отслеживать эффективность мероприятий по смещению процесса относительно закреплённых контрольных границ с первой же точки после корректировки. Так если после ваших мероприятий по смещению процесса не будет зафиксировано точек вышедших за ранее закреплённые контрольные границы в сторону управляемого смещения, значит ваши мероприятия не эффективны. Процесс даже не заметил их.

Другой пример использования этой функции цеховым персоналом и сотрудниками ОТК для периодического контроля стабильности и смещения используемых систем измерения в межповерочный интервал. Важно понимать, что на любом производственном предприятии операторы станков используют собственную [измерительную систему](#) для оценки результатов своей работы и осуществления корректировок технологического процесса, а сотрудники ОТК свою - для контроля качества произведённой операторами продукции.

Производите периодический ввод значений повторных измерений тест-ретест известного стандарта (эталона) для отслеживания стабильности и смещения соответствующих измерительных систем относительно контрольных границ, закреплённых по первым 25 точкам предварительно осуществлённых испытаний тест-ретест, например, один раз в начале каждого рабочего дня или каждого понедельника.

Контрольные границы для отдельных серий точек (подгрупп) контрольной карты Шухарта

Функция построения контрольных границ, рассчитанных для отдельных серий подгрупп выбранных пользователем, не так чувствительная к изменениям, как функция **закрепления контрольных границ**, но позволяет выделять несколько областей с кратковременными стабильными состояниями процесса. Лучшие кратковременные периоды стабильного состояния с минимальным разбросом точек вокруг среднего и лучшей настройкой среднего на цель процесса - номинал, в общем потоке нестабильного процесса, потребуют углублённого исследования сопутствующих условий такого положения дел. Далее можно будет заняться поиском причин, повлекших изменения от серии к серии "Что изменилось?". Интерпретация такой контрольной карты даёт новое представление о процессе и позволяет произвести мероприятия для его существенного совершенствования в кратчайшие сроки.

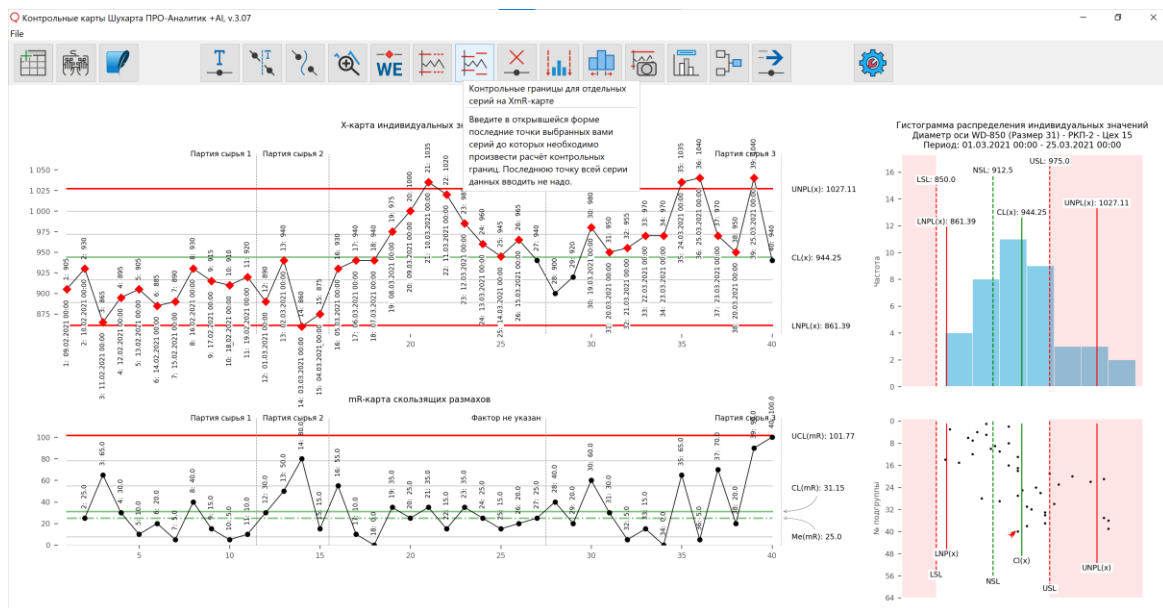


Рисунок 1. Выделена кнопка перехода в панель управления построением контрольных границ для отдельных серий точек (подгрупп). Главная панель управления.

На рисунке 2 (ниже) построена контрольная XmR-карта индивидуальных значений для данных из рисунка 1 с расчётом контрольных границ для отдельных серий: первая до подгруппы 16 включительно, вторая по оставшимся точкам:

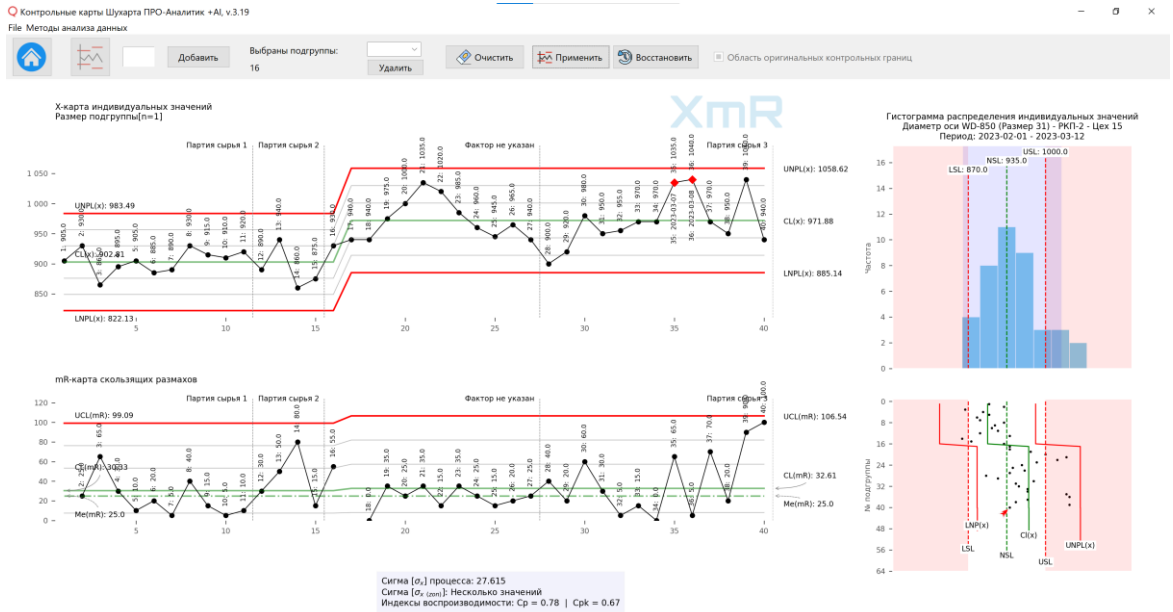


Рисунок 2. Контрольные границы для отдельных серий точек контрольной XmR-карты Шухарта для данных, отображённых на рисунке 1. Первая серия от 1-й до 16-й точки (подгруппы) включительно, вторая по оставшимся точкам. Открыта панель управления контрольными границами для отдельных серий точек (подгрупп). На гистограмме выведена область оригинальных контрольных границ до построения контрольных границ для отдельных серий точек. На точечном графике отражены модифицированные контрольные границы для отдельных серий точек. Анализ контрольной карты осложняется отсутствием в данных указания [Партии сырья] для серии подгрупп от 16 до 27 - сигнал для начала работы с сотрудниками, ведущими записи.

Список точек для удаления может набираться по мере обработки контрольной карты. Номера подгрупп (точек) могут вводиться пользователем в любой удобной последовательности. Список добавленных к разделению контрольной карты на отдельные серии точек будет автоматически отсортирован от меньших к большим. Если будет добавлено более одной точки к списку - они будут отражены в блоке кнопок панели управления справа от поля со списком точек в выпадающем списке для возможности выбора любой точки из списка и удаления её из набора точек в списке кликом левой кнопки мыши по кнопке [Удалить].



Рисунок 3. Контрольные границы для отдельных серий подгрупп (точек) контрольной XmR-карты Шухарта. Открыт выпадающий список для удаления выбранной подгруппы из списка номеров подгрупп для разделения серий. Анализ контрольной карты осложняется отсутствием в данных указания [Партии сырья] для серии подгрупп от 16 до 27 - сигнал для начала работы с сотрудниками, ведущими записи.

Для удобства определения номеров подгрупп вы можете кликом левой кнопки мыши по выбранной точке (подгруппе) вывести её номер в виде всплывающей подсказки. Кликком правой кнопки мыши по всплывшей подсказке с номером подгруппы она скрывается.



Рисунок 4. Функция построения контрольных границ для отдельных серий подгрупп (точек) контрольной XmR-карты Шухарта. Выведены всплывающие подсказки с номерами подгрупп №14 на mR-карте и №59 на X-карте перед "красными точками" подкрашенными с использованием функции применения зональных критериев (правил) Western Electric.

Выбор точек конца серий должен быть связан с контекстом. Например, вы знаете о каких-либо изменениях в начале следующих за ними сериях, а иногда достаточно обоснованного предположения компетентных специалистов. Данная функция позволит проверить версию о существенном влиянии таких изменений. Но контрольная карта Шухарта позволяет искать и обратную связь. Видимые различия в сериях данных позволяют задавать правильные вопросы и искать связь с контекстом. Например, контрольная карта зафиксировала изменения, и наблюдатели начинают искать связь отображённого на контрольной карте с произошедшими или происходящими событиями. Многие факторы могут даже не дифференцироваться наблюдателями, пока наблюдатели, благодаря этой функции, не получат от контрольной карты координаты времени начала и продолжительности их действия.

Эффект объединения функций

При совмещении на контрольной карте двух функций **вертикальных разделителей серий точек** пунктирными линиями с указанием длительно действующих факторов и установки контрольных границ для отдельных серий точек - объем полезной для совершенствования процессов информации, передаваемой такой картой, трудно переоценить.

Вы можете легко отследить, с изменениями какого из известных и зафиксированных в данных источника вариаций (фактора) совпадают изменения процесса. Часто, когда вы только начинаете использовать контрольные карты для совершенствования процессов, изменения процесса не совпадают ни с одним зафиксированным в данных фактором. В этом случае одна из причин - влияющий на изменения процесса источник вариации не зафиксирован вами или он даже не определен. Ищите новые причины. Самый лучший способ отследить такие причины - вести контрольные карты на цеховом уровне операторами и контролёрами и как только процесс продемонстрирует изменения, по горячим следам произвести определение причины (фактора), характеристики которого придётся обязательно фиксировать в дальнейшем. Ниже мы повторяем рисунок 2 для удобства.

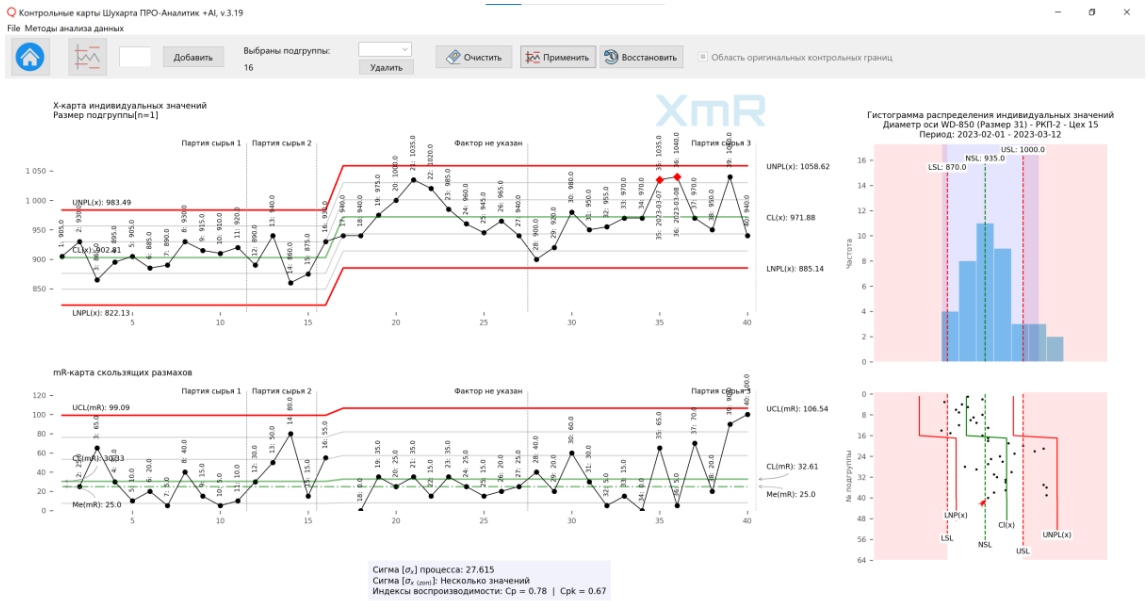


Рисунок 5. Контрольные границы для отдельных серий точек контрольной XmR-карты Шухарта для данных, отображённых на рисунке 1. Первая серия от 1-й до 16-й точки (подгруппы) включительно, вторая по оставшимся точкам. Открыта панель управления контрольными границами для отдельных серий точек (подгрупп). На гистограмме выведена область оригинальных контрольных границ до построения контрольных границ для отдельных серий точек. На точечном графике отражены модифицированные контрольные границы для отдельных серий точек. Анализ контрольной карты осложняется отсутствием в данных указания [Партии сырья] для серии подгрупп от 16 до 27 - сигнал для начала работы с сотрудниками, ведущими записи.

До этого у вас просто не было инструмента, помогающего задавать правильные вопросы, о том какие данные следует собирать, а исполнители на местах относились к этой обязанности с прохладой, потому что не видели в этом смысла "данные ради данных".

На рисунке 5 (выше) выбраны отдельные серии до подгруппы 16 и оставшиеся. Рисунок с некоторой степенью вероятности свидетельствует об отсутствии видимой зависимости нестабильного поведения процесса от типа фактора Партия сырья (нижний график). Анализ контрольной карты осложняется отсутствием в данных указания [Партии сырья] для серии подгрупп от 16 до 27 - сигнал для начала работы с сотрудниками, ведущими записи.

Эта функция позволяет провести аналитическое исследование и в обратном порядке. Когда вы выбираете подгруппы (точки) конца серий совпадающие с границами действия фактора. Если в сериях, ограниченных действием одного источника вариаций, процесс будет находиться в кратковременных стабильных состояниях, но изменит свое положение вместе с изменением источника вариаций, с некоторой долей вероятности, этот тип фактора и является особой причиной изменения процесса. Но если, наоборот, процесс в таких отдельных сериях точек, совпадающих с зонами действия выбранных факторов нестабилен - скорее всего, этот тип фактора не та причина, которую следует обвинять в нестабильности исследуемого процесса, смотрите рисунок 2 и выбранный источник вариаций [Партия сырья 2]. Либо сам фактор ведёт себя непредсказуемо по особым причинам под действием другого типа фактора, с которыми вам придётся разобраться, что опять же свидетельствует о неверном предположении зависимости поведения процесса от факторов выбранного типа в вашем варианте фиксации записей. Например, в одной партии сырья находятся разное неоднородное сырьё. Что может происходить по многим причинам, например, в партии поставщика перемешаны существенно отличающиеся производственные партии поставщика или производственный процесс поставщика находится в статистически неуправляемом состоянии и производит неоднородное сырьё.

«Руководящим принципом организации контрольных карт должно быть раскрытие неизвестных сторон процесса, а не демонстрация того, что и так понятно».

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

При применении функций построения контрольных границ для отдельных серий с одновременным применением функции выделения "красных" точек в соответствии с [зональными критериями Western Electric](#) учитываются эти модификации контрольных границ и центральной линии.

На рисунке 3, только для примера графических возможностей программного обеспечения, мы демонстрируем контрольные границы для отдельных серий точек контрольной карты. Серии выбраны случайным образом без какого-либо аналитического исследования.

При применении функций построения контрольных границ для отдельных серий с одновременным применением функции выделения "красных" точек в соответствии с зональными критериями Western Electric учитываются эти модификации контрольных границ и центральной линии.

На рисунке 6, мы демонстрируем контрольные границы для отдельных серий точек контрольной карты. Серии выбраны по номерам подгрупп, после которых процесс демонстрировал изменения процесса в виде "красных точек" ♦ подкрашенных с использованием правил Western Electric.



Рисунок 6. Контрольные границы для отдельных серий точек контрольной X \bar{m} R-карты Шухарта. На гистограмме выведена область оригинальных контрольных границ до построения контрольных границ для отдельных серий точек. На точечном графике отражены модифицированные контрольные границы для отдельных серий точек. Серии выбраны по номерам подгрупп, после которых процесс демонстрировал изменения процесса в виде "красных точек" ♦ подкрашенных с использованием правил Western Electric.

Ручной ввод данных с одновременным отражением новой точки на контрольной карте Шухарта, гистограмме и точечном графике

Просто установите компьютер с нашим программным обеспечением у рабочего места оператора в цехе и начните работу с качеством производства на цеховом, а не кабинетном уровне. Цех - лучшее место установки нашего ПО для оперативного контроля своих процессов операторами, которые в большинстве случаев производят 100%-й контроль производимой ими продукции, в отличии от выборочного контроля сотрудниками ОТК.

В оперативном режиме оператор может продолжать вести контрольную карту и отслеживать положение каждой новой точки относительно автоматически пересчитываемых или [закреплённых контрольных границ](#), или [границ для отдельных серий](#), а также относительно [границ поля допуска](#), представленных на гистограмме и точечном графике. Анализ контрольных карт Шухарта в реальном времени это лучший способ их применения на практике.

Наше программное обеспечение позволяет пользователю достоверно интерпретировать контрольную карту по мере её заполнения, чтобы она смогла своевременно пролить свет на природу различных источников вариабельности наблюдаемого процесса. Более того, индивидуальное использование контрольных карт операторами станков естественным образом защищает компанию от проблем, возникающих из-за смешивания продукта из разных источников, потери хронологического порядка выпуска продукции и другой необходимой для совершенствования информации, когда продукция покидает рабочее место оператора.

«Эксперименты на смеси продуктов могут ухудшать шансы на улучшение».

[2] Э. Деминг, "Выход из кризиса"
(W. Edwards Deming, "Out of the Crisis")

Эта функция позволяет продолжить ручной ввод новых данных с сохранением всех настроек, произведённых аналитиком или оператором, при сохранении настроек графика в соответствующей группе автообновления.

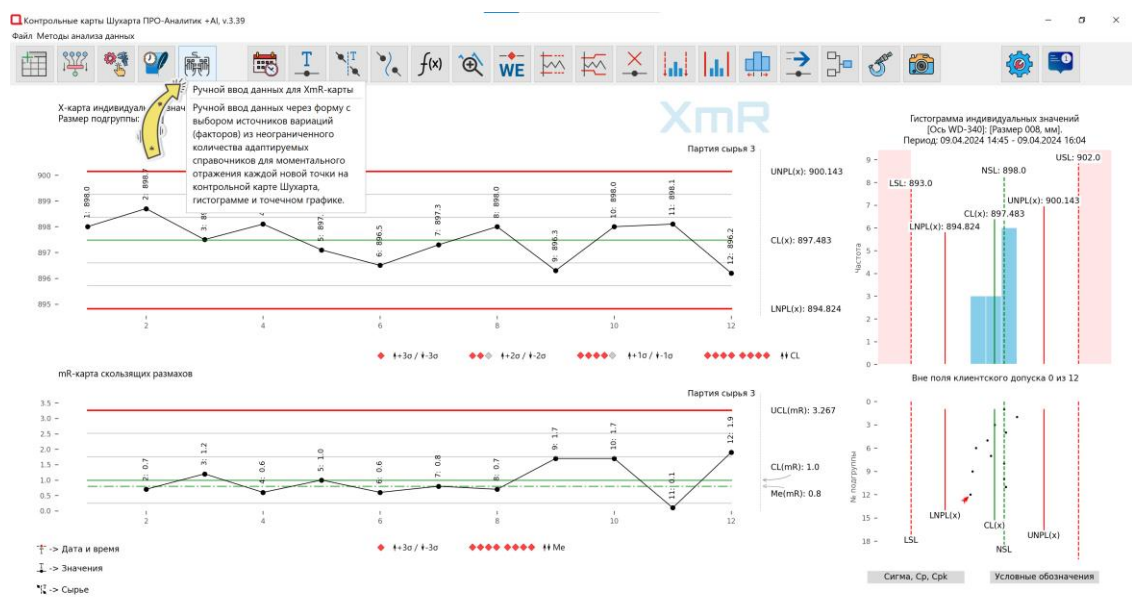


Рисунок 1. Кнопка перехода к панели управления ручным вводом данных в контрольную карту Шухарта, гистограмму и точечный график.

По нажатию на кнопку перехода к панели управления ручным вводом данных появится окно с уведомлением о необходимости выбора настроенного графика из соответствующей группы автообновления.

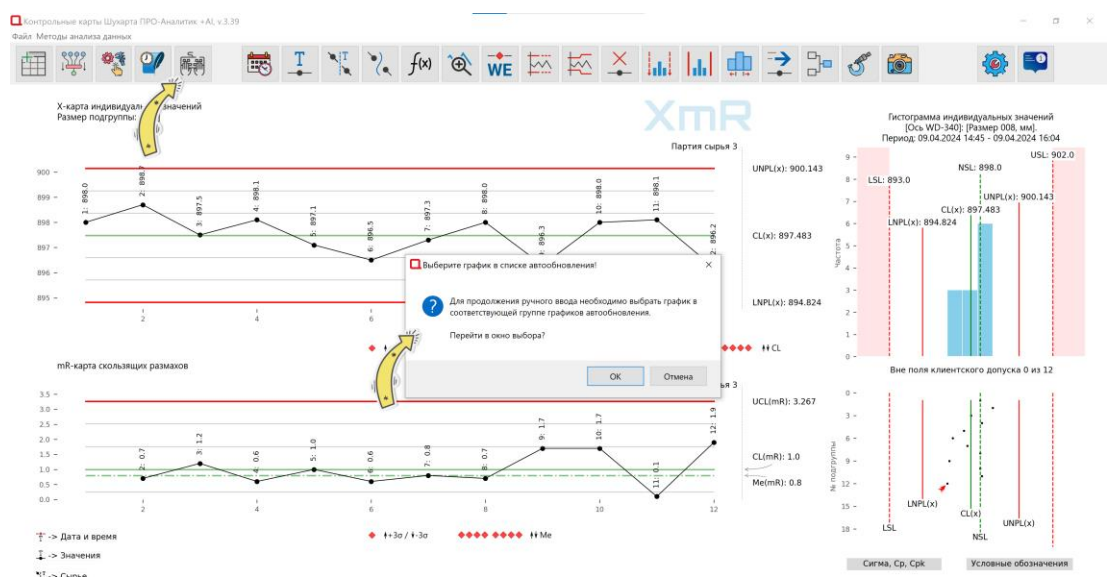


Рисунок 2. Окно с уведомлением о необходимости выбора графика из списка автообновления.

Вы можете выбрать график со всеми настройками, например, с применением закрепления контрольных границ или контрольных границ для отдельных серий подгрупп (точек).



Рисунок 3. Выбор графика из списка соответствующей группы автообновления.

Если необходимый график уже выбран в списке автообновления, можно нажать кнопку "Отмена". После чего откроется панель управления ручным вводом данных.

Поле "Дата и время" заполняется автоматически текущим временем. Поле ввода значений источников вариаций (факторов) с контекстно-зависимым выпадающим списком служит для записи зафиксированных оператором факторов (условий), связанных с полученным значением. Если в выпадающем списке соответствующего типа факторов не окажется необходимого значения оператор может ввести новое обозначение, которое появится в выпадающем списке при вводе следующих точек (за счёт адаптируемости справочников факторов).

При создании новой точки значения факторов заполняются автоматически по предыдущей точке. При необходимости изменить значение фактора (условия) только в изменившемся типе фактора, потребуется выбрать соответствующее значение в выпадающем списке или ввести новое значение.

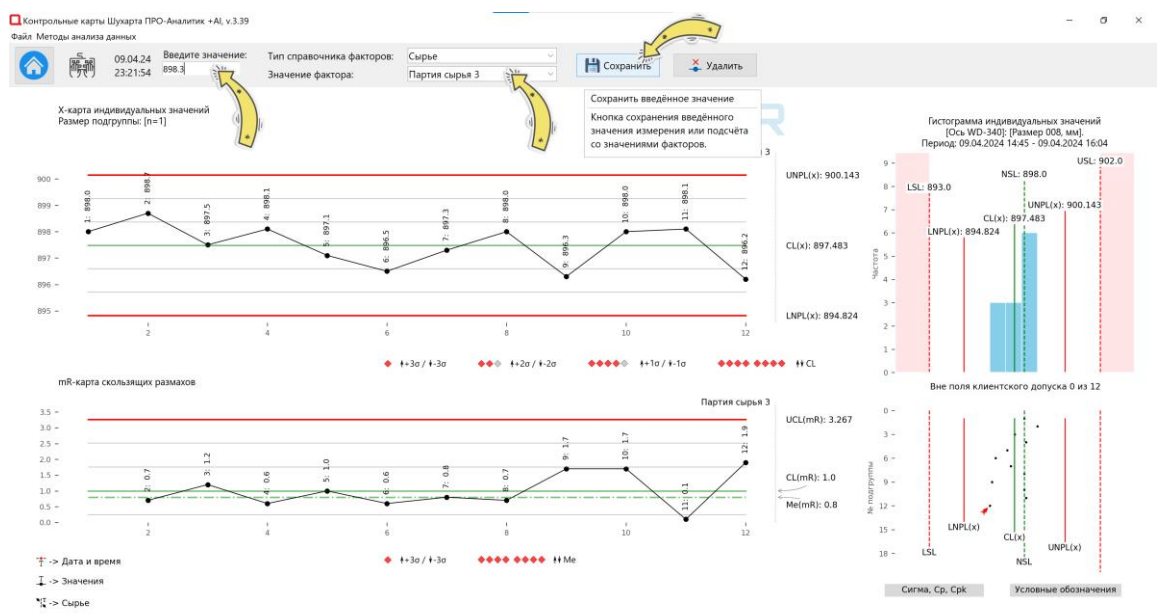


Рисунок 4. Ввод значения новой точки и выбор фактора (условия) из выпадающего списка. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку "Сохранить".

Поля типов факторов (справочников) и источников вариаций (факторов) позволяют фиксировать любые изменения, вносимые в процесс, например, смена инструмента, новая партия сырья, новый источник сырья, новый измерительный инструмент, оператор и т. д., - всё, что поможет идентифицировать выявленные контрольной картой особые причины изменений процесса или, наоборот, отнести такие источники вариаций к общим причинам вариабельности (системным причинам). Такие факторы могут быть выведены на контрольную карту в виде подписей к точкам и/или в виде вертикальных пунктирных линий зон действия факторов, которые могут быть дополнены разрывом соединительной линии графика хода процесса, если потребуется.

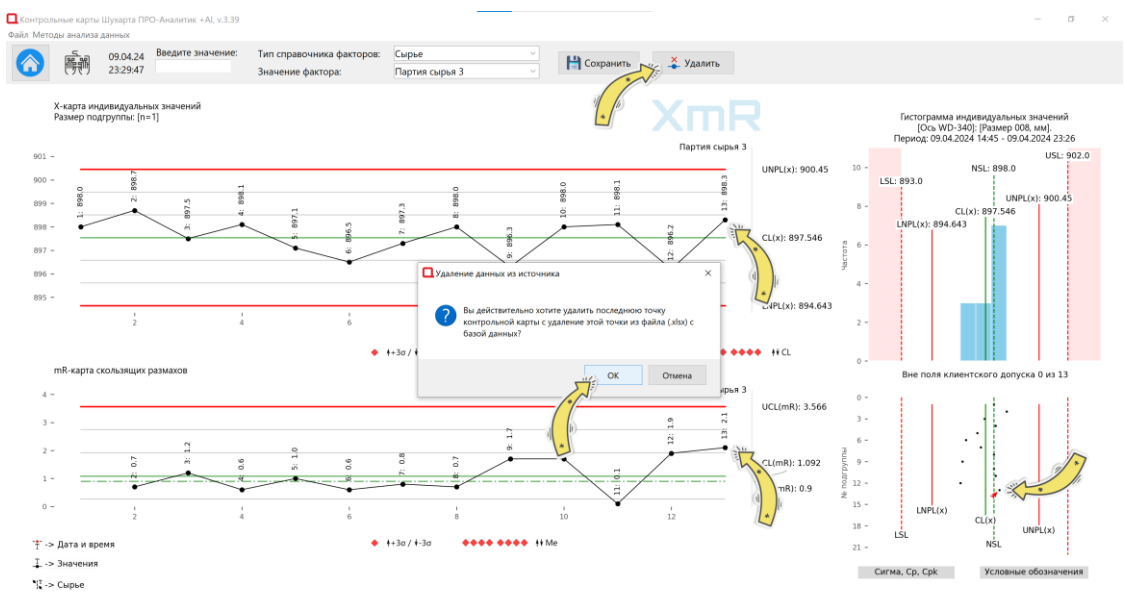


Рисунок 7. Выведено окно для подтверждения или отмены удаления последней точки, указанной на скриншоте желтыми стрелками.



Рисунок 8. Результат удаления последней точки.

Рациональная группировка данных для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп по выбранным источникам вариаций и размеру подгрупп. Трёхсторонняя контрольная карта.

«Важный аспект эффективного использования контрольных карт — их способность отвечать на правильные вопросы. Для этого способ распределения данных по подгруппам должен соответствовать структуре данных. Обычно это означает, что в каждую подгруппу следует группировать данные из некоторой «малой области» — пространства, времени, партии продукции, чтобы внутри подгруппы данные были как можно более однородными. Именно вариация внутри подгрупп используется для установления контрольных пределов, которые определяют, какая вариация допустима между подгруппами».

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

Уникальная и востребованная функция для автоматизации построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп с рациональной группировкой данных по выбранному пользователем столбцу фактора (виду источника вариаций) и размеру подгруппы.

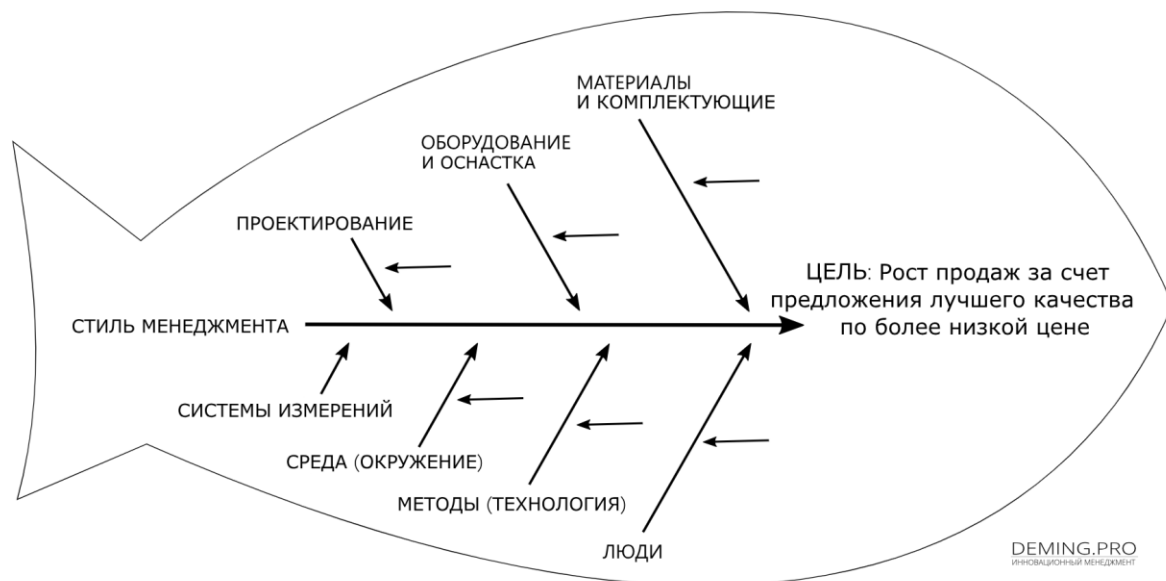


Рисунок 1. Причинно-следственная диаграмма. Диаграмма Исикавы (Рыбий скелет) с типами источников вариаций (типами факторов) верхнего уровня.

Источником данных для функции рациональной группировки служат исходные данные для построения XmR-карты индивидуальных значений. При построении контрольной XbarR-карты средних и размахов подгрупп автоматически:

- осуществляется проверка возможности формирования подгрупп по выбранным пользователем условиям - [Типу факторов], значения которого являются основой для формирования подгрупп, и [Размеру подгрупп];
- формируются только полные подгруппы заданного пользователем размера, а неполные подгруппы отсекаются;
- после формирования группировки данных на графике контрольной XbarR-карты выводятся [вертикальные пунктирные линии](#) границ действия значений источников вариации выбранного для группировки [Типа факторов], разделяющие серии точек;

Если выбранный [Тип факторов] не является столбцом данных с номерами подгрупп, при отсутствии галочки в чекбоксе [В типе фактора указан порядок подгрупп] панели управления группировкой данных:

- в местах смены значений источников вариации [соединительная линия между сериями точек разрывается](#) для большей наглядности;
- выключаются все правила [зональных критериев Western Electric](#), кроме Первого правила, т. к. понятие последовательности для всего ряда рационально сгруппированных данных требует дополнительного внимания к контексту данных.

Например, в контексте статьи Дональда Уилера ["Рациональная группировка данных"](#) для третьего способа организации данных в подгруппы на рисунке ниже представлена контрольная XmR-карта исходных данных, где многократно повторяющаяся структура формы графика сообщает о явном отсутствии однородности деталей, получаемых из четырёх полостей одной изложницы.



Рисунок 2. Контрольная XmR-карта индивидуальных значений для исходных данных перед рациональной группировкой. Порядок точек с повторениями [Полость 1 - Полость 2 - Полость 3 - Полость 4], вертикальные линии разделения серий [Час выборки]. Процесс несимметричен, на X-карте нет нижней границы. В главной кнопочной панели управления выделена кнопка [Рациональная группировка данных].

Для лучшего понимания происходящего пользователь может рационально сгруппировать данные, по которым построена контрольная XmR-карта индивидуальных значений и скользящих размахов (рисунок 2) по Типу факторов [Полость] и размеру подгруппы [n=5] в соответствии с отображенными для контроля образцами из пяти циклов подряд, отображенных в начале каждого часа, см. рисунок 3.

Ниже на рисунке 3. представлена контрольная XbarR-карта средних и размахов подгрупп для данных организованных в рациональные подгруппы, которая наглядно демонстрирует явное отличие изделий выдаваемых разными полостями одной изложницы, а Рисунки 4 и 5 подтверждают существенное отличие процесса в первый и второй день. Рисунок 6, с рациональной группировкой по дням с размером подгрупп [n=4], соответствующим одному циклу штампа так же демонстрирует это отличие процесса в первый и второй день.



Рисунок 3. Контрольная XbarR-карта средних и групповых размахов для данных, организованных в рациональные подгруппы размером [n=5] для третьего способа организации данных в подгруппах по типу факторов [Полость]. Подписи точек [Час выборки].

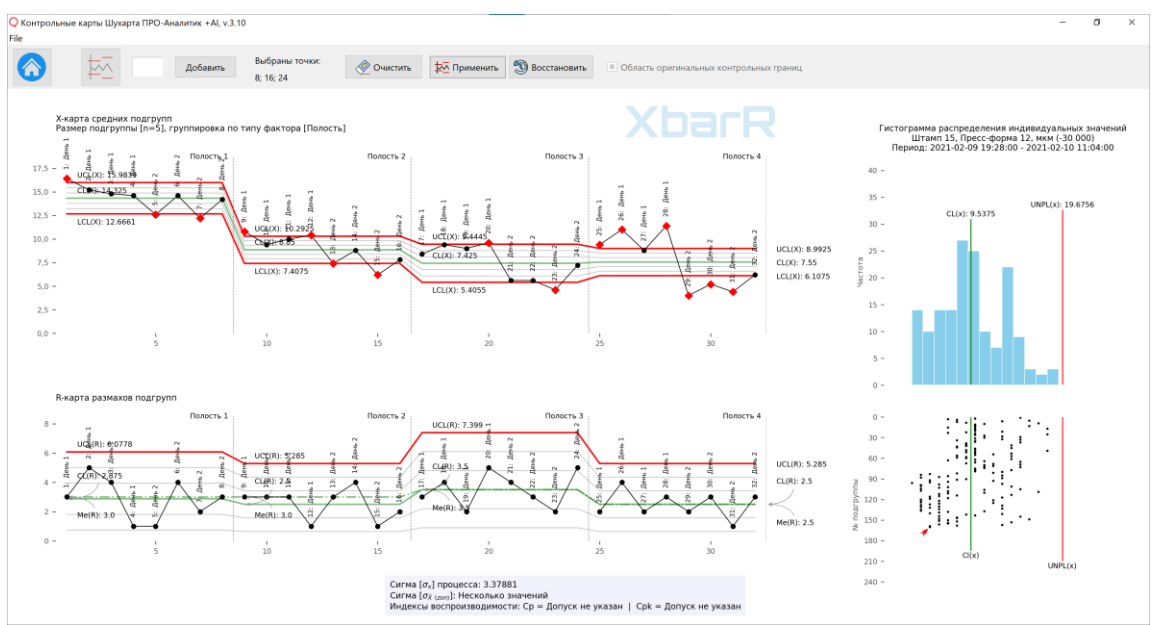


Рис. 4. Карта средних и размахов подгрупп для третьего способа организации данных в подгруппах с контрольными пределами для отдельных серий точек. Графики построены с использованием функции автоматизации группировки данных для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп по выбранному типу источников вариаций (Типу факторов) и размеру подгрупп с дополнительным применением функции построения контрольных границ для отдельных серий подгрупп. Вертикальные линии факторов для каждой полости разделяют график на первый и второй день отбора образцов.

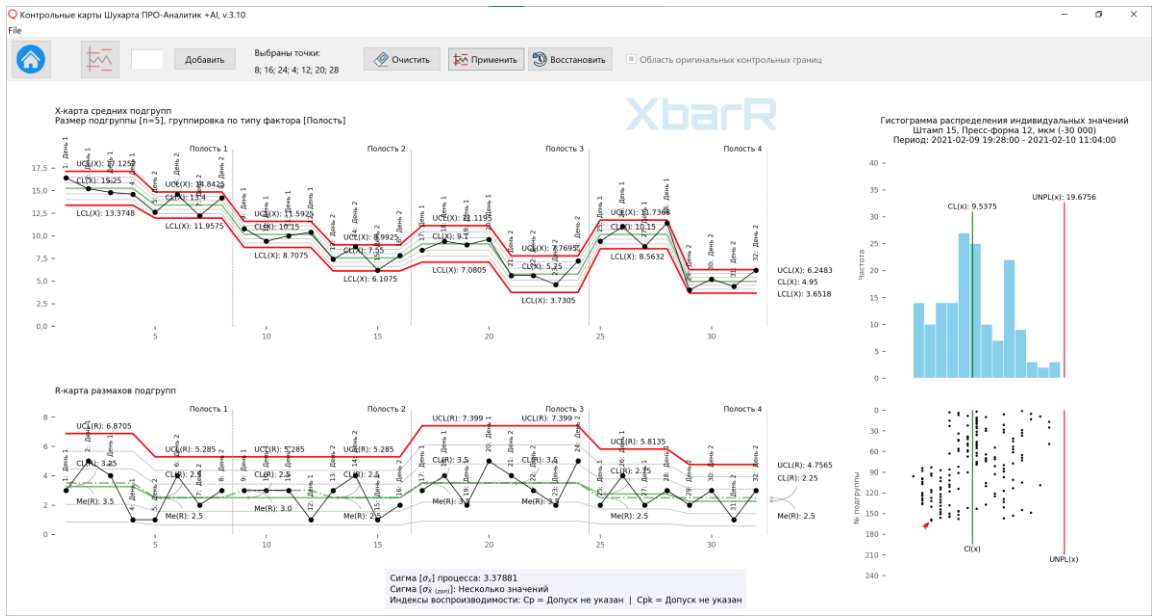


Рис. 5. Карта средних и размахов подгрупп для третьего способа организации данных в подгруппах с контрольными пределами для отдельных серий точек. Графики построены с использованием функции автоматизации группировки данных для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп по выбранному типу источников вариаций (Типу факторов) и размеру подгрупп с дополнительным применением функции **построения контрольных границ для отдельных серий подгрупп**. Две зоны для каждой полости соответствуют первому и второму дню отбора образцов.



Рисунок 6. Контрольная XbarR-карта средних и групповых размахов для данных, организованных в рациональные подгруппы по типу факторов [День] с размером подгрупп [n=4], соответствующим количеству шаровых муфт, производимых за один цикл штампа. Включены **Правила Western Electric 1 и 4**.

Наше программное обеспечение содержит примеры данных в файлах Excel, использованными для описания этой функции.

Эта функция использует преимущество XbarR-карты средних в части возможности рациональной группировки данных по сотрудникам и незаменима для оценки ключевых показателей эффективности сотрудников относительно общих границ системы. Например, для выяснения, кто из сотрудников работает вне системы с лучшими или худшими результатами, а кто работает в пределах системы.

Пример использования функции группировки данных о недельной выручке по сотрудникам отдела продаж смотрите в открытом решении: [Ошибочное использование KPI в системе мотивации персонала. Или как руководство лишает себя важнейшей для управления компанией информации и разрушает командную работу.](#)

Ещё один пример использования [функции особой группировки](#) данных представлен в статье Дональда Уилера: [Оценка процесса измерений \(Evaluating the Measurement Process, EMP\)](#).

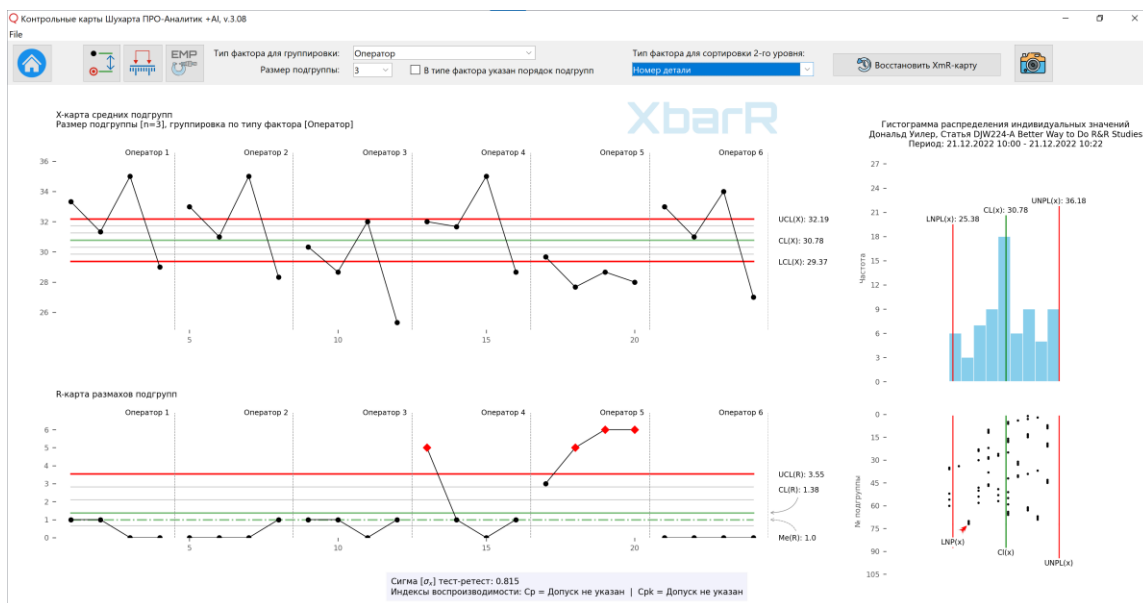


Рисунок 10. Организация данных в рациональные подгруппы так же используется в функции [оценки процесса измерений \(Evaluating the Measurement Process, EMP\)](#) с некоторым отличием.

Читайте статью Дональда Уилера [Рациональная группировка данных для XbarR-карты средних и размахов подгрупп](#). В статье графики контрольных карт всех способов организации данных в подгруппах подготовлены с помощью этой функции нашего ПО.

Анализ всех данных, импортируемых для построения контрольных карт Шухарта, начинается с построения XmR-карты индивидуальных значений и скользящих размахов. Если исходные данные содержат предварительно сгруппированные данные для построения XbarR-карты средних и размахов подгрупп, они проходят автоматическую разгруппировку для первичного построения XmR-карты с созданием новых столбцов факторов "№ Подгруппы" и "№ (имя) в Подгруппе". После этого можно провести построение XbarR-карты средних и размахов подгрупп, воспользовавшись функцией рациональной группировки данных. Во-первых такое решение соответствует настоятельной рекомендации [Дональда Уилера](#) начинать анализ данных с построения XmR-карты индивидуальных значений (карты хода процесса), а во-вторых это позволяет производить перегруппировку данных по любому типу факторов, записи которых присутствуют в исходных данных.

Трехсторонняя контрольная карта (The Three-Way Chart)

Источник методологии: статья Дональда Уилера "Трехсторонняя контрольная карта (DONALD J. WHEELER, The Three-Way Chart)", www.qualitydigest.com

"Если некая весовая продукция выпускается партиями, то определенно будет иметь место вариация от партии к партии. Если продукция внутри каждой партии сравнительно однородна, то вариация от партии к партии может многократно превышать вариацию внутри одной партии. Если это случится, то обычная контрольная карта может не дать реальной картины исследуемого процесса. Единственный способ убедиться, что вариация от партии к партии действительно больше, чем вариация внутри партии, — измерить каждую из них. Это потребует нескольких измерений внутри одной партии. Если производитель заинтересован в изучении вариации внутри партии, он должен выполнить в ней не менее двух измерений, если не заинтересован, то достаточно и одного. XmR-карта — это самый удобный инструмент описания данных, характеризуемых как «одно измерение в каждой партии». Если таких измерений несколько, нужен иной подход - трёхсторонняя контрольная карта, разработанная мной в 1982 году".

- [4] Дональд Уилер

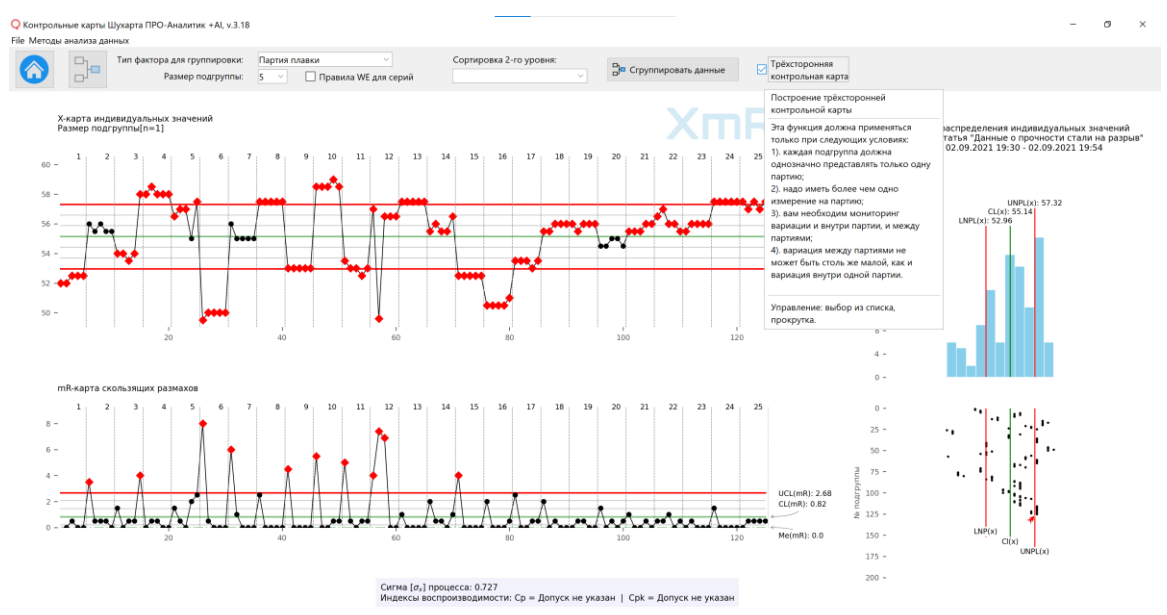


Рисунок 11. Окно функции рациональной группировки данных. В области графика выведена XmR-карта индивидуальных значений и скользящих размахов для данных о прочности стали на разрыв. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на чекбокс построения трёхсторонней контрольной карты (Three-Way Chart), в котором стоит галочка "включено".

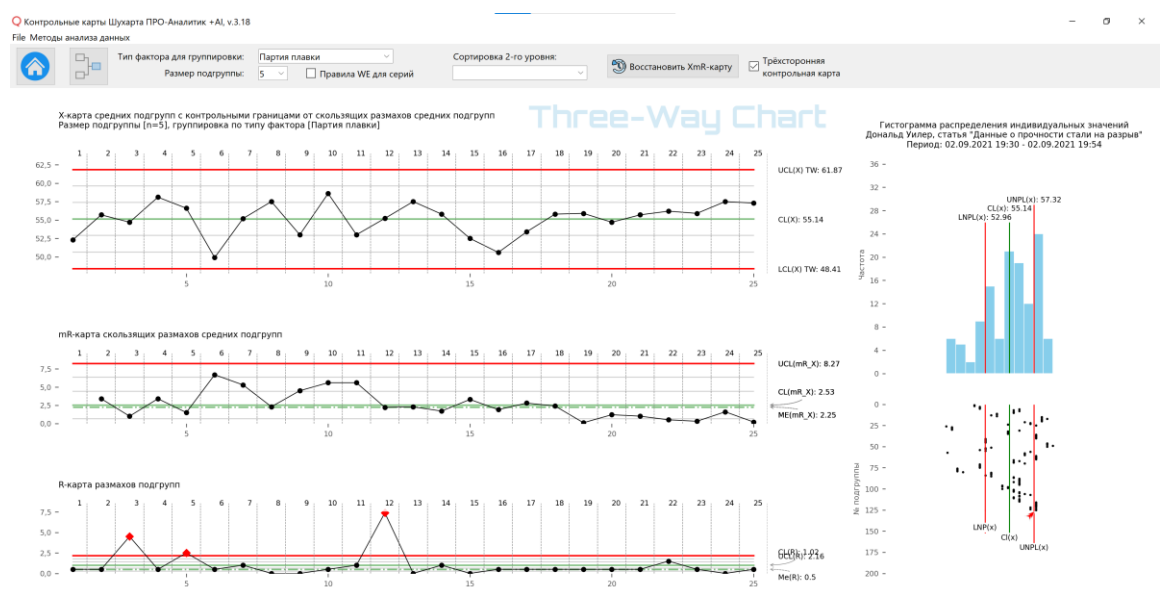


Рисунок 12. Окно функции рациональной группировки данных. В области графика выведена трёхсторонняя контрольная карта (Three-Way Chart) для данных о прочности стали на разрыв.

Анализ измерительных систем: ошибка; смещение; эффективный инкремент; оценка измерительного процесса (Evaluating the Measurement Process, EMP)

Измерительная система, это результат взаимодействия используемого измерительного инструмента, метода измерения, окружающей среды и конкретного оператора, производящего измерения.

«Измерительная система не может рассматриваться в каком-либо логическом смысле как измеряющая что-либо вообще, пока она не достигнет состояния статистического контроля».

- Черчилль Эйзенхарт (1913–1994),
Известный статистик, работавший в Национальном бюро стандартов США

Оценка ошибки стабильной измерительной системы

«Вы не можете использовать измерения для подтверждения соответствия изделия допуску до тех пор, пока указанный допуск не превысит 5 или 6 вероятных ошибок системы измерений ($0,675 * \sigma_{\text{изм.сист.}}$)».

- Дональд Уилер, статья "Как погрешность измерения влияет на четыре способа использования данных"

Когда нужно знать и учитывать ошибку ваших измерительных систем?

- Если вы что-то измеряете для контроля размеров и подсчётов.
- Если вам приходится сортировать продукцию относительно границ допуска, вам придётся учитывать неопределённость связанную с ошибкой вашей измерительной системы ($\sigma_{\text{изм.сист.}}$), хотя бы из-за возможности наступления финансовых и юридических последствий в случае обоснованного отказа потребителей от ваших поставок.

«Вероятная ошибка (probable error) ($0,675 * \sigma_{\text{изм.сист.}}$) характеризует вариацию, которую можно отнести только к процессу измерения. Чтобы получить эту величину, надо получить некоторые данные, способные изолировать ошибку измерения от остальных источников вариации. Простой способ сделать это — провести параллельные измерения того же самого образца, с помощью тех же самых методов, тем же инструментом и тем же оператором».

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

Оценка ошибки измерительной системы ($\sigma_{\text{изм.сист.}}$) с использованием эталона

Когда у вас есть известный стандарт (эталон) оценка ошибки и **смещения (см. ниже)** измерительной системы не представляет особой сложности. Для этого вам необходимо провести не менее 25 повторных измерений (тест-ретест) эталона и нанести полученные значения на контрольную XmR-карту индивидуальных значений и скользящих размахов. Если контрольная карта будет демонстрировать статистически устойчивое состояние (стабильность) полученное значение одной сигмы (σ) и будет ошибкой вашей системы измерений. Полученную на основании ($\sigma_{\text{изм.сист.}}$) измерительной системы вероятную ошибку (probable error) измерительной системы, равную $(0,675 * \sigma_{\text{изм.сист.}})$ следует использовать для выбора **эффективного инкремента** при записи индивидуальных измерений, получаемых с помощью этой измерительной системы и вычисления **производственных суженных допусков**. В противном случае, если контрольная XmR-карта будет демонстрировать статистически неустойчивое состояние - ваша измерительная система больше напоминает "резиновую линейку" (Д. Уилер) и полученным с помощью неё значениям не следует доверять. Найдите особые причины выводящие измерительную систему из стабильного состояния и устраните их, в противном случае откажитесь от использования этой измерительной системы.



Рисунок 1. Двадцать пять значений повторных измерений (тест-ретест) эталона нанесены на контрольную XmR-карту индивидуальных значений и скользящих размахов. Измерительная система подтвердила статистически устойчивое состояние.

Оценка ошибки измерительной системы ($\sigma_{\text{изм.сист.}}$) без эталона

Если у вас нет эталона, вы можете использовать 25 повторных измерений тест-ретест характеристики одного и того же образца и нанести их на контрольную XmR-карту индивидуальных значений и скользящих размахов. Если контрольная XmR-карта будет демонстрировать статистически устойчивое состояние вашей измерительной системы можно будет использовать среднее значение всех испытаний тест-ретест в качестве "лучшего значения" измеряемого образца, а сигму такого процесса в качестве ошибки измерительной системы. Но для измерения [смещения \(см. ниже\)](#) измерительной системы потребуется на более точном измерительном оборудовании, если есть такая возможность, произвести 25 повторных тест-ретест измерений вашего образца, и если полученные данные будут демонстрировать статистически устойчивое состояние, полученное среднее значение таких измерений можно будет принять за эталонное и по нему произвести оценку смещения.

Оценка ошибки измерительной системы ($\sigma_{\text{изм.сист.}}$) для разрушающих испытаний.

В этом случае вам придётся воспользоваться контрольной XbarR-картой средних и размахов подгрупп для измерений как можно более похожих друг на друга пар образцов с объединением измерений таких образцов в одной подгруппе ($n=2$). Расчётное значение Сигма (σ) индивидуальных значений (не сигма средних подгрупп) в этом случае будет демонстрировать ошибку вашей измерительной системы при измерении единичных образцов из потока продукта. В нашем программном обеспечении при построении XbarR-карты средних и размахов подгрупп под графиками контрольной карты выводится расчётная сигма индивидуальных значений.

«В случае разрушающих испытаний, когда нельзя заранее гомогенизировать образцы, приходится подбирать пары как можно более похожих друг на друга образцов, испытывать эти пары и оценивать разности между такими парными измерениями».

[4] Дональд Уилер, "Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта" (Donald J. Wheeler, "Understanding Statistical Process Control")

На рисунке (2) ниже, мы демонстрируем пример построения XbarR-карты средних для определения стабильности и ошибки измерительной системы (ИС) для разрушающих испытаний. Дополнительно контрольная Xbar-карта средних демонстрирует относительную полезность измерительной системы для оценки процесса, из которого взяты парные образцы, по крайней мере, в промежуток времени равный тому, в течение которого отбирались образцы для разрушающих испытаний. Контрольные границы на Xbar-карте показывают ту величину вариаций, которая может быть отнесена только к погрешности измерения. Для пояснения последнего познакомьтесь со статьей Дональда Уилера: [Оценка процесса измерений \(Evaluating the Measurement Process, EMP\)](#).



Рисунок 2. Сорок значений повторных измерений (тест-ретест) парных образцов для локализации ошибки измерений (тест-ретест) сгруппированы в подгруппы (n=2). Измерительная система подтвердила стабильность ошибки на R-карте размахов подгрупп с одновременной демонстрацией непригодности этой измерительной системы для отслеживания вариаций процесса из которого взяты образцы для разрушающих испытаний (только 3 точки из 20 оказались выше контрольных пределов на Xbar-карте).

Проверка обнаруживаемого контрольной картой Шухарта смещения измерительной системы

Функция проверки обнаруживаемого контрольной картой смещения измерительной системы, находящейся в статистически управляемом состоянии, сообщает, когда действительно стоит задуматься о её настройке. А методология обнаружения смещения измерительной системы является **операциональным определением** этого смещения.

Но если вам приходится сортировать продукцию относительно границ допуска на годную и негодную с помощью смещённой измерительной системы, а полностью несмещённых систем в реальном мире не существует, вы можете воспользоваться функцией работы с **производственными сужеными и смещёнными допусками** для получения компенсирующего смещения допуска на величину смещения измерительной системы, находящейся в статистически устойчивом состоянии.

Не забывайте о согласовании смещения и ошибки измерительных систем вашей компании, с помощью которых производится входной контроль и проверка отгружаемой продукции, с этими свойствами измерительных систем ваших поставщиков и потребителей. Опять же, эти параметры имеют смысл только для измерительных систем, находящихся в статистически управляемом состоянии (стабильном состоянии).

Смещение измерительной системы определяется как разница между средним значением $CL(x)$ 25-30 измерений "тест-ретест" одного и того же стандарта (эталоны) и значением этого эталона, при условии статистической устойчивости оцениваемой измерительной системы.

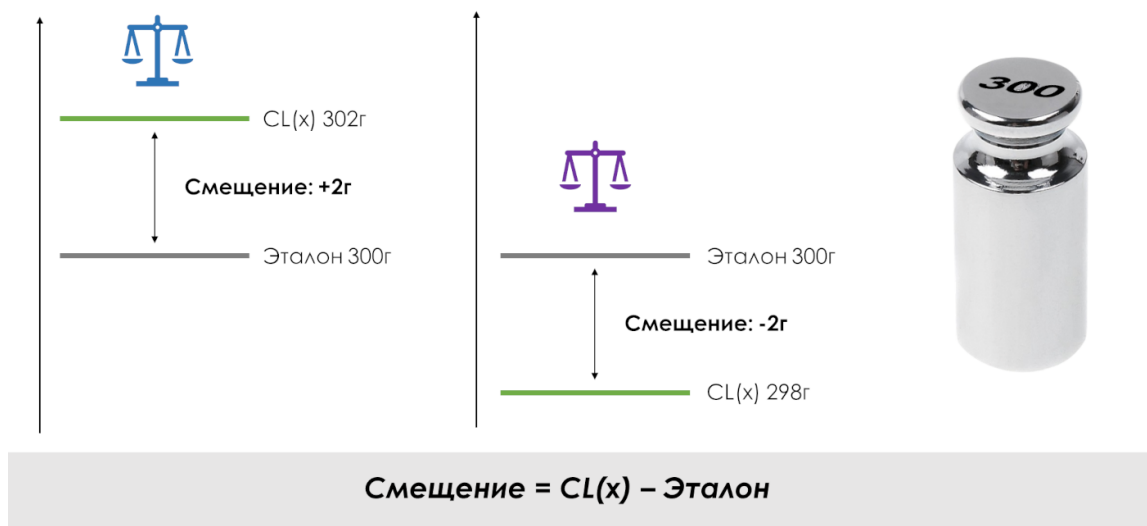


Рис. 3. Что такое смещение измерительной системы.

Ниже представлены скриншоты экрана использования функции программного обеспечения по определению обнаруживаемого контрольной картой Шухарта смещения измерительной системы.

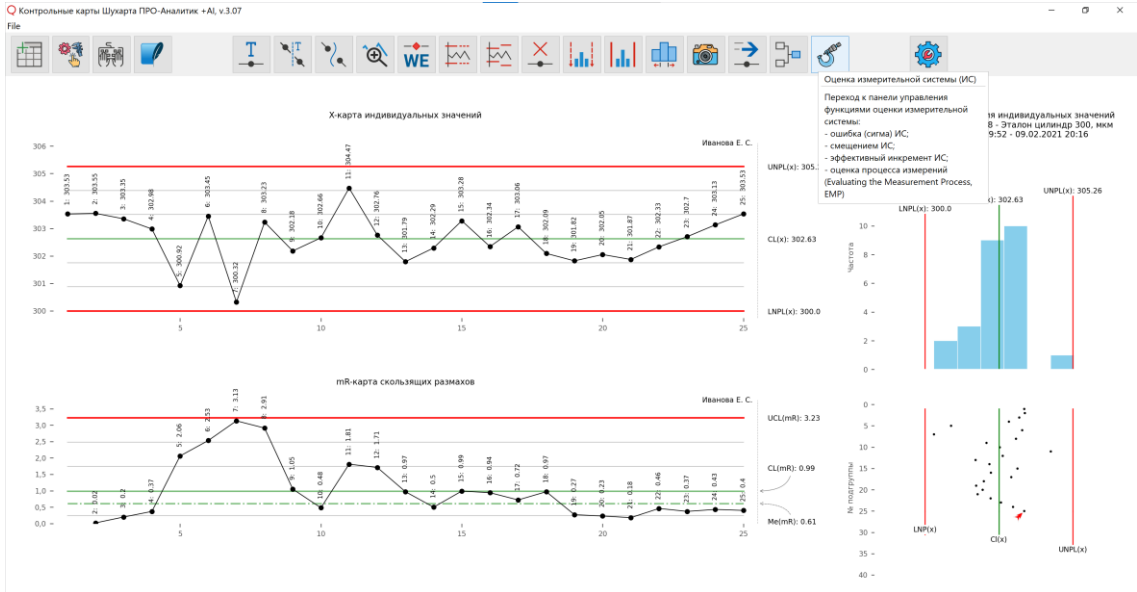


Рисунок 4. Кнопка перехода к панели управления оценкой измерительной системы (ИС). ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

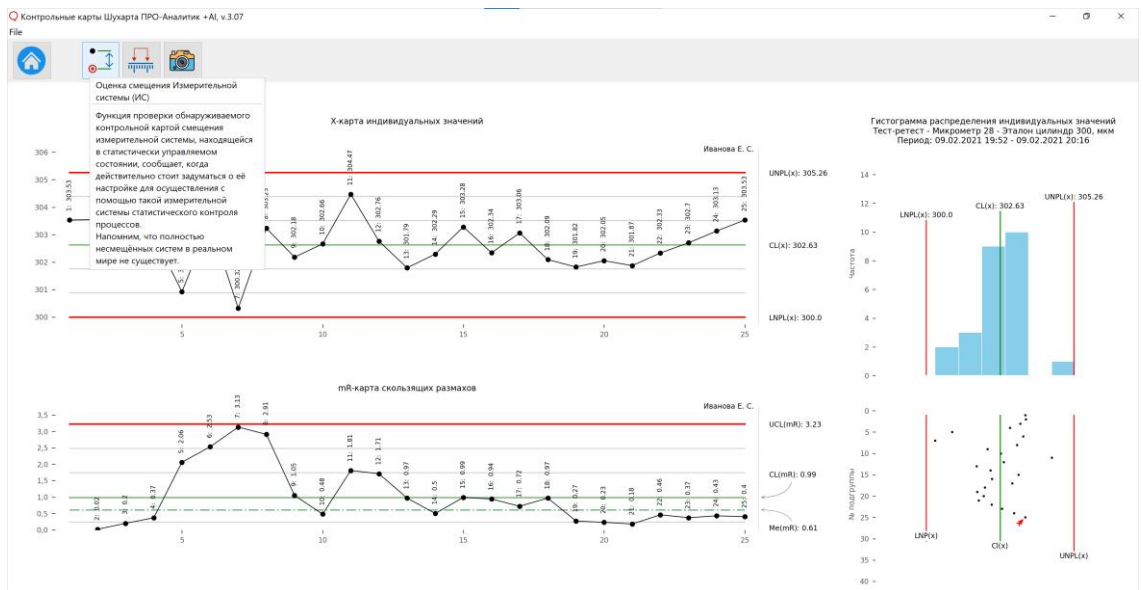


Рисунок 5. Панель управления функциями оценки измерительной системы. Выделена кнопка перехода к панели управления оценкой смещения измерительной системы (ИС). ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

«Простой способ графически проверить значимость смещения измерительной системы состоит в том, чтобы сдвинуть центральную линию и контрольные пределы для XmR-карты индивидуальных значений, так чтобы центральная линия оказалась на значении стандарта (эталона), используемого в испытаниях тест-ретест (многократные измерения одного и того же эталона). Если сдвиг Центральной линии (CL) и контрольных пределов (UNPL, LNPL) относительно ряда данных не приводит к появлению сигналов (красных точек) за границами этих пределов и каких-либо длинных серий выше или ниже центральной линии, или каких-либо других сигналов, то в измерительной системе не наблюдается обнаруживаемого смещения.»

- [33] Дональд Уилер, статья "Диаграммы Согласованности"

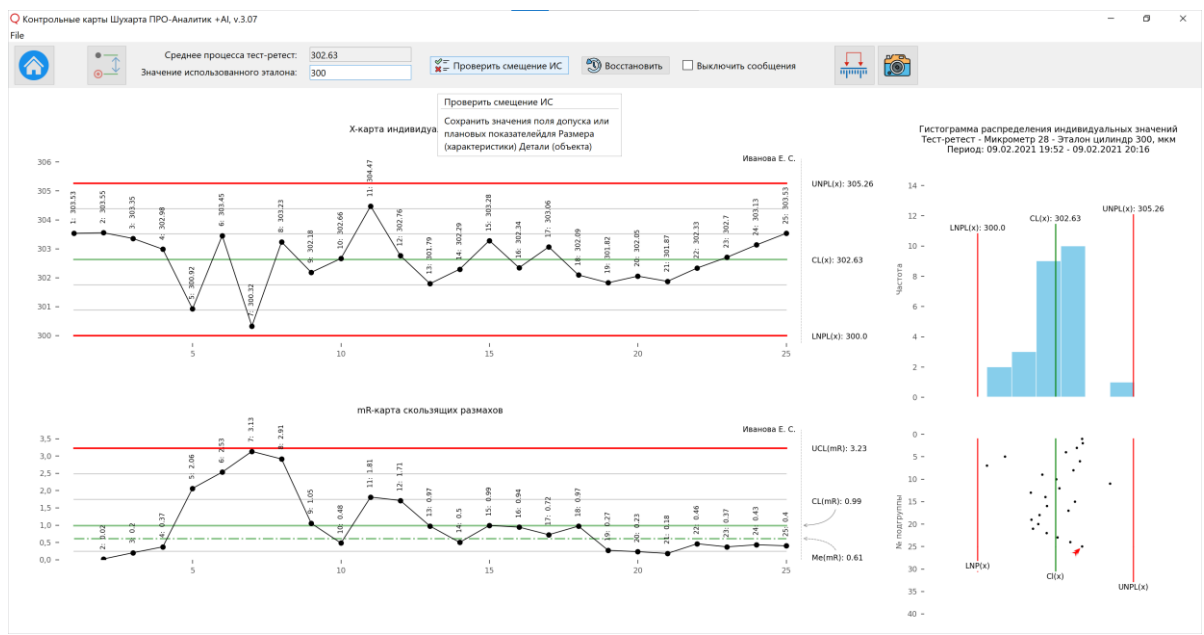


Рисунок 6. Панель управления оценки смещения измерительной системы. Построена контрольная XmR-карта индивидуальных значений по данным испытаний тест-ретест Измерительной системы. Выделена кнопка запуска оценки обнаруживаемости смещения измерительной системы (ИС), заполнено поле [Значение использованного эталона]. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

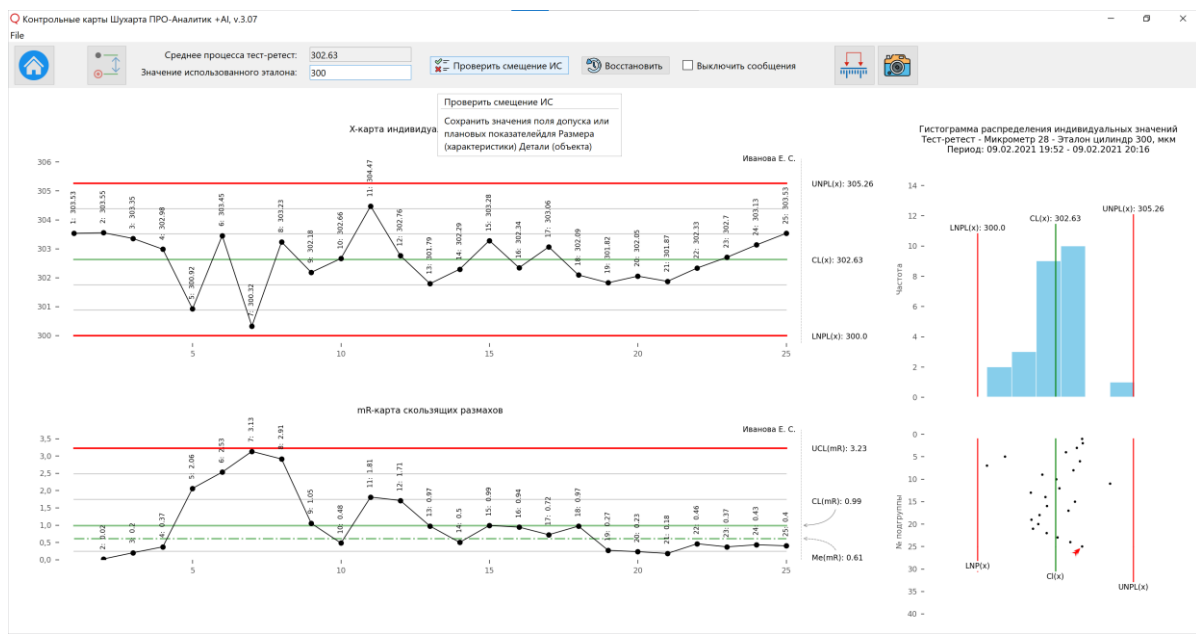


Рисунок 6. Панель управления оценки смещения измерительной системы. Построена контрольная ХmR-карта индивидуальных значений по данным испытаний тест-ретест Измерительной системы. Выделена кнопка запуска оценки обнаруживаемости смещения измерительной системы (ИС), заполнено поле [Значение использованного эталона]. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

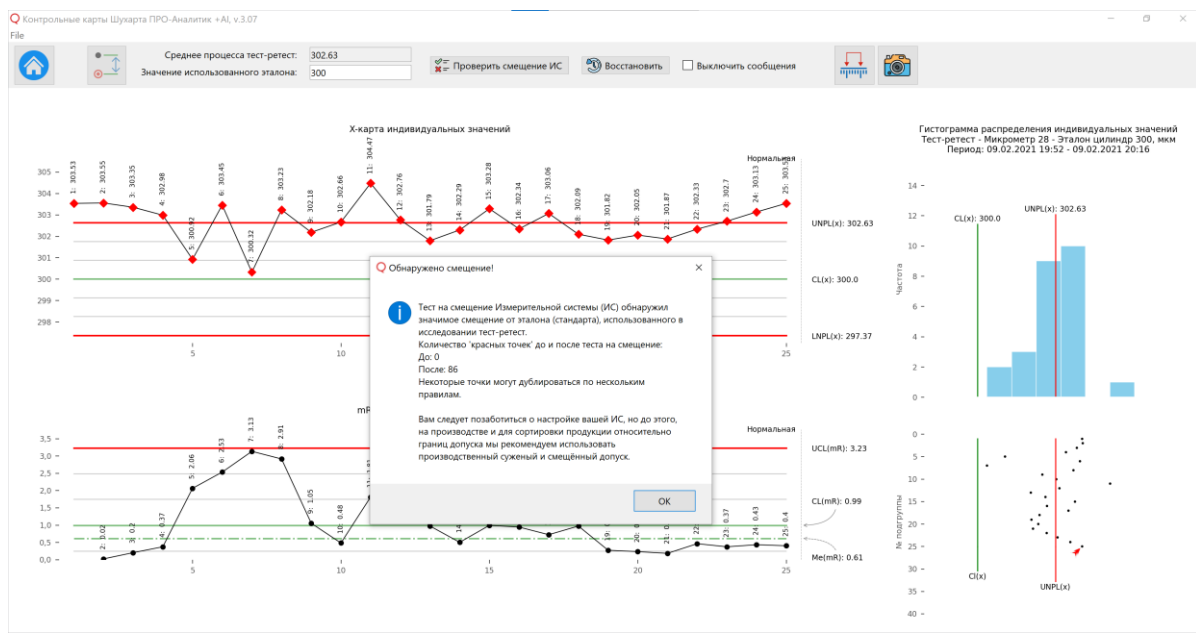


Рисунок 7. Панель управления оценки смещения измерительной системы. Результат обнаружения смещения измерительной системы - смещение обнаружено. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

На рисунке 7 (выше) проверка обнаружила значимое смещение измерительной системы в виде сигналов (красных точек) после смещения центральной линии на значение измеряемого эталона и параллельного с центральной линией смещения контрольных границ. График ряда данных при этом остаётся на своём месте. Ниже представлен другой случай, когда контрольная карта не обнаружила значимого смещения Измерительной системы.

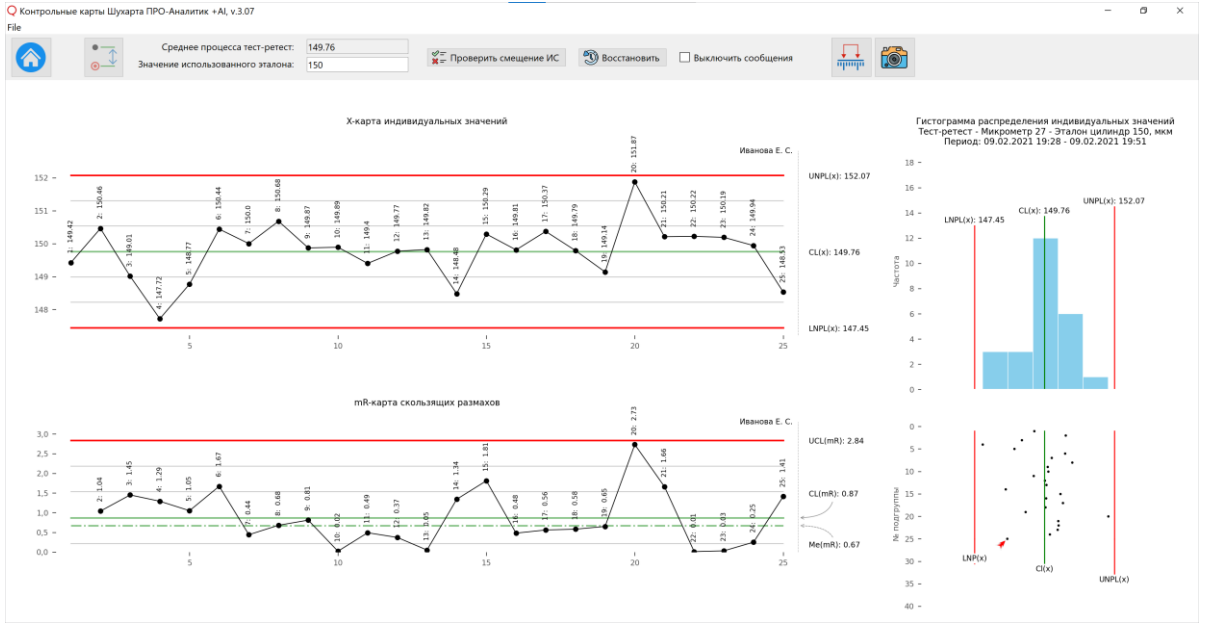


Рисунок 8. Панель управления оценки смещения измерительной системы. Исходная контрольная карта перед тестом на обнаружение смещения измерительной системы для другой измерительной системы. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

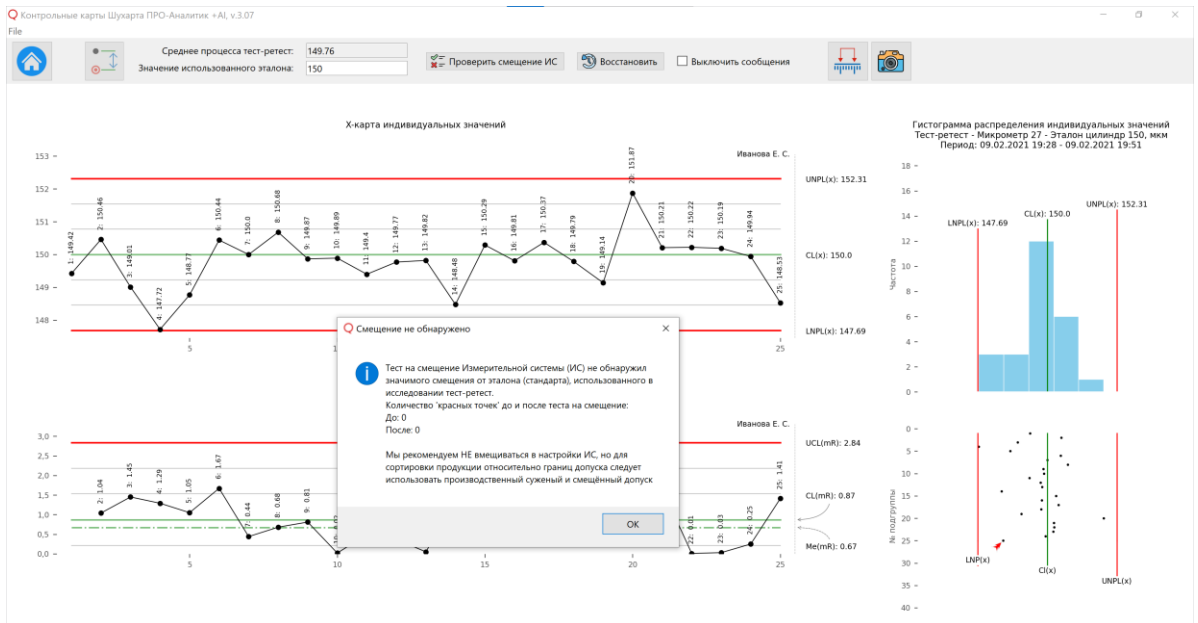


Рисунок 9. Панель управления оценки смещения измерительной системы. Результат обнаружения смещения измерительной системы - смещение не обнаружено. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

Каждый оператор станка, который производит измерения детали в ходе её изготовления является частью своей системы измерений, имеющей свою неопределённость (ошибку), смещение и которая может находиться в статистически управляемом (стабильном) или неуправляемом (непредсказуемом) состоянии. Система измерений контролёров - это другая система измерений со своей ошибкой, смещением и статистическим состоянием. Когда оператор передаёт произведённую им продукцию на контроль, он определяет её соответствие допускам посредством своей уникальной измерительной системы, а контролёр производит такую проверку посредством своей измерительной системы. Производственный персонал может привести множество примеров, когда это приводит к разногласиям, когда один и тот же контрольный размер, попадающий в зоны у границ допуска, оператором может быть определён как в допуске, а контролёром, как вне допуска.

Оценку стабильности систем измерений и их согласованность необходимо производить до начала мониторинга любых производственных процессов.

Определение эффективного инкремента (приращения) измерительной системы

«Эффективный шаг записи значений измерений (минимальное приращение, инкремент), находится в диапазоне значений от 0,2 до 2 вероятных ошибок (probable error) системы измерений. Вероятная ошибка системы измерений, в свою очередь, определяется как $(0,675 * \sigma_{\text{изм.сист.}})$ стабильной измерительной системы. Иначе, при использовании шага измерений меньше 0,2 вероятной ошибки мы будем записывать шум, а при записях с шагом более чем две вероятной ошибки мы потеряем важную для анализа информацию, получив неадекватные единицы измерения».

- [20] Дональд Уилер

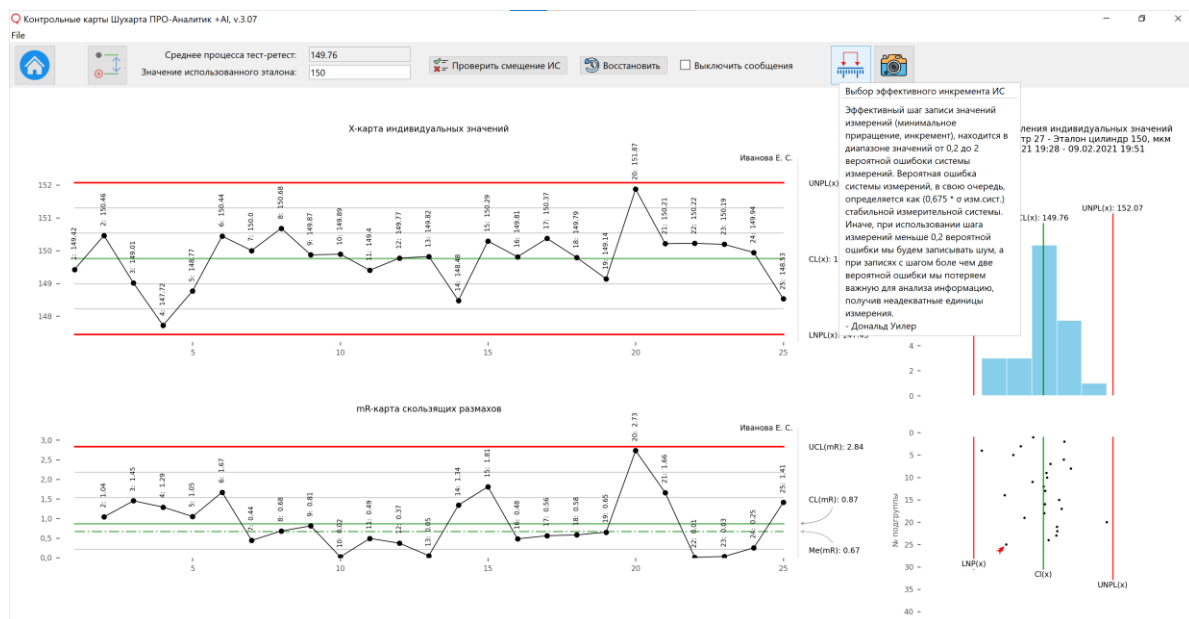


Рисунок 10. Выделена кнопка перехода к панели определения эффективного инкремента измерительной системы. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

На рисунке (11) ниже поле $[\sigma]$ сигма стабильной измерительной системы по умолчанию заполняется значением $[\sigma]$ из функции определения смещения измерительной систем, описанной выше и может вводиться пользователем. Поле $[[\sigma * 0,675]$ вероятная ошибка ИС] рассчитывается автоматически при нажатии на кнопку [Пересчитать].

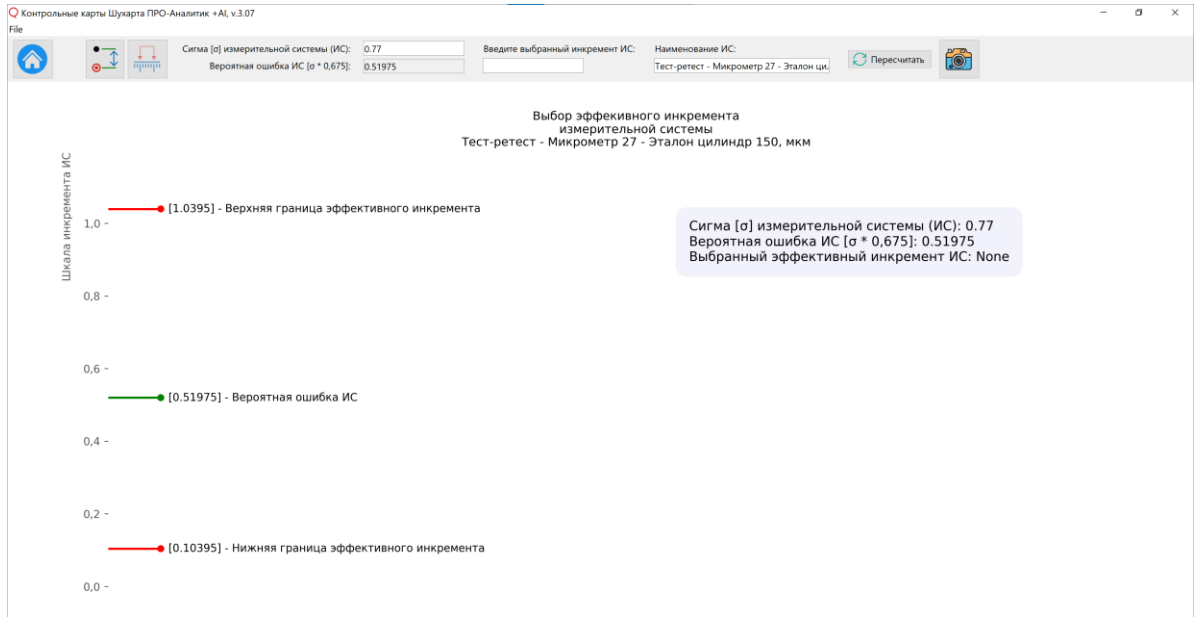


Рисунок 11. Панель определения эффективного инкремента измерительной системы. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

Пользователь должен выбрать удобные значения эффективного приращения измерений в поле в этой области, после чего на графике отобразится [сиреневая] самая длинная метка этого значения. Удобство значения эффективного инкремента определятся простотой округления измеренных с помощью этой измерительной системы значений контролируемых параметров.

Обратите внимание, что вводимое значение выбранного пользователем эффективного инкремента должно находиться в диапазоне значений между [красными] метками верхней и нижней границ эффективного шага прироста измерений и как можно ближе к [зелёной] метке вероятной ошибки (probable error) системы измерения.

После ввода пользователем выбранного значения эффективного инкремента измерительной системы и нажатия на кнопку [Пересчитать] на графике отображается выбранное значение с [сиреневой] меткой, а ось [Шкалы инкремента ИС] при необходимости автоматически будет масштабироваться для лучшей визуализации.

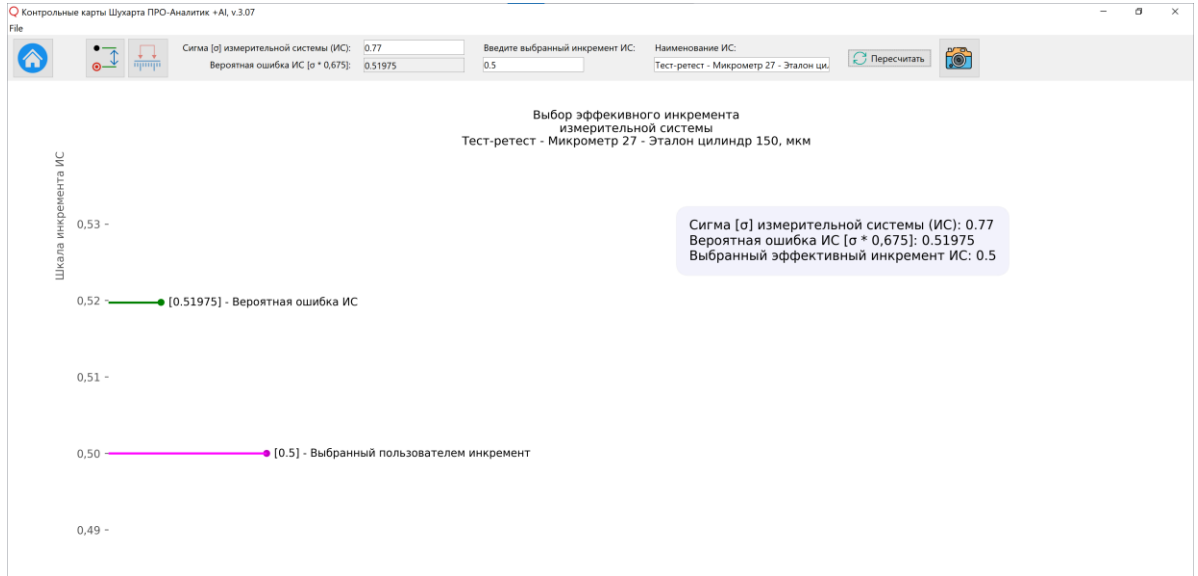


Рисунок 12. Пользователь выбрал значение эффективного инкремента измерительной системы [0,5]. Панель определения эффективного инкремента измерительной системы. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

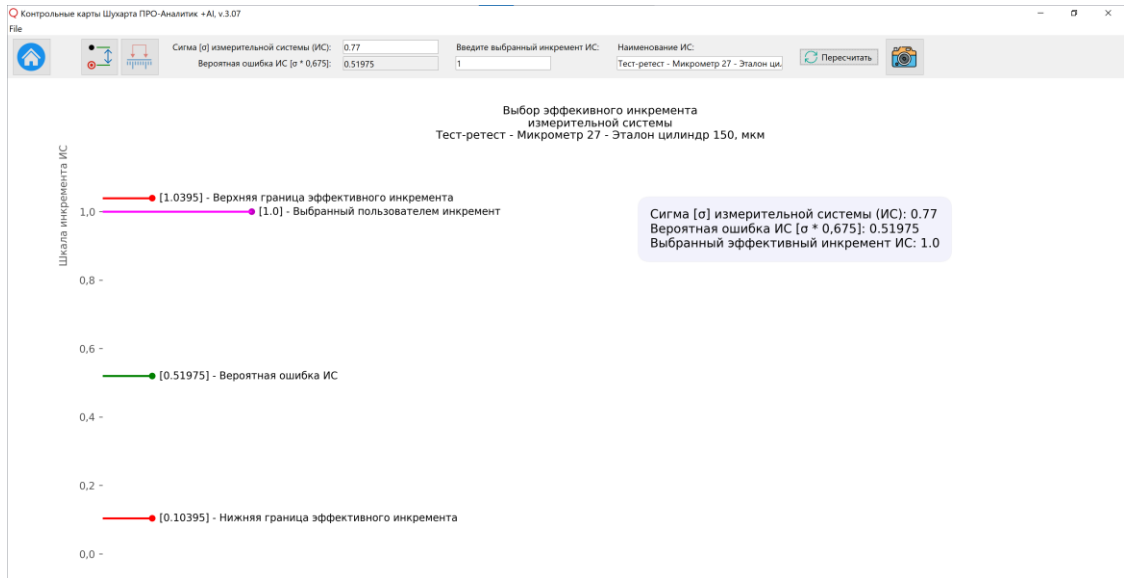


Рисунок 13. Пользователь выбрал значение эффективного инкремента измерительной системы [1,0]. Панель определения эффективного инкремента измерительной системы. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI.

Чем ближе выбранный аналитиком инкремент измерительной системы в указанном Д. Уилером диапазоне к значению вероятной ошибки (probable error) тем выше его эффективность. Естественным ограничением в этом процессе является удобство записи значений измерений. Так из двух рисунков 12 и 13 наилучшее значение инкремента измерительной системы отображено на рисунке 12, равное [0,5].

Выбранное (в соответствии с указанным правилом) эффективное приращение необходимо использовать при определении точности записи значений, полученных с использованием анализируемой измерительной системы, как её инкремент.

Результат выбора эффективного инкремента может быть сохранён пользователем в графическом виде (векторном и растровом) в высоком разрешении, смотрите ниже.

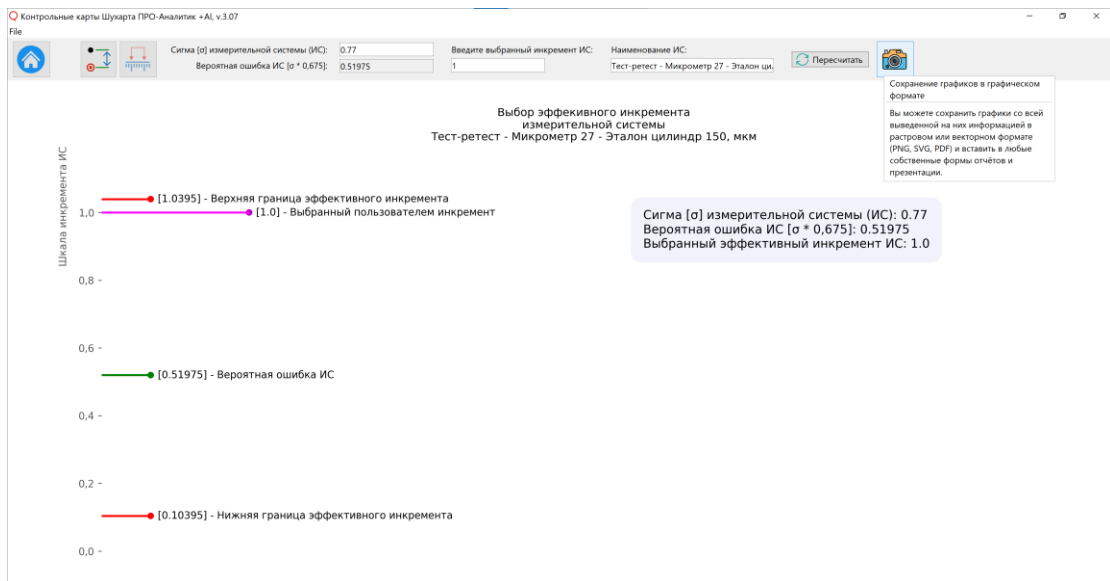


Рисунок 14. Выделена кнопка перехода к панели управления сохранением текущего графика в графическом формате (растровом или векторном).

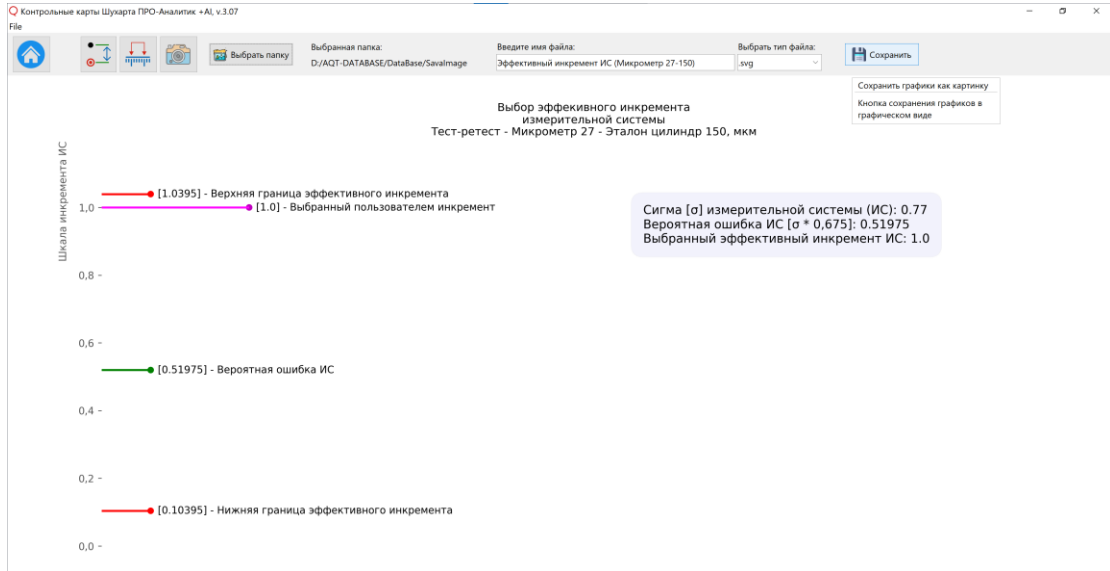


Рисунок 15. Открыта панель управления сохранением текущего графика в графическом формате. Смотрите подробно описание [Функции экспорта графиков в векторном и растровых форматах](#).

Если ваша команда заинтересована в улучшении качества выпускаемой продукции, позаботьтесь о проверке записываемых [единиц измерения на адекватность](#) для целей совершенствования с использованием контрольных карт Шухарта еще до начала испытаний выпускаемой продукции.

Оценка процесса измерений (Evaluating the Measurement Process, EMP). Параллелизм, положение, согласованность.

Назначение этой функции особой группировки данных подробно описано в статье Дональда Уилера: [Оценка процесса измерений \(Evaluating the Measurement Process, EMP\)](#).

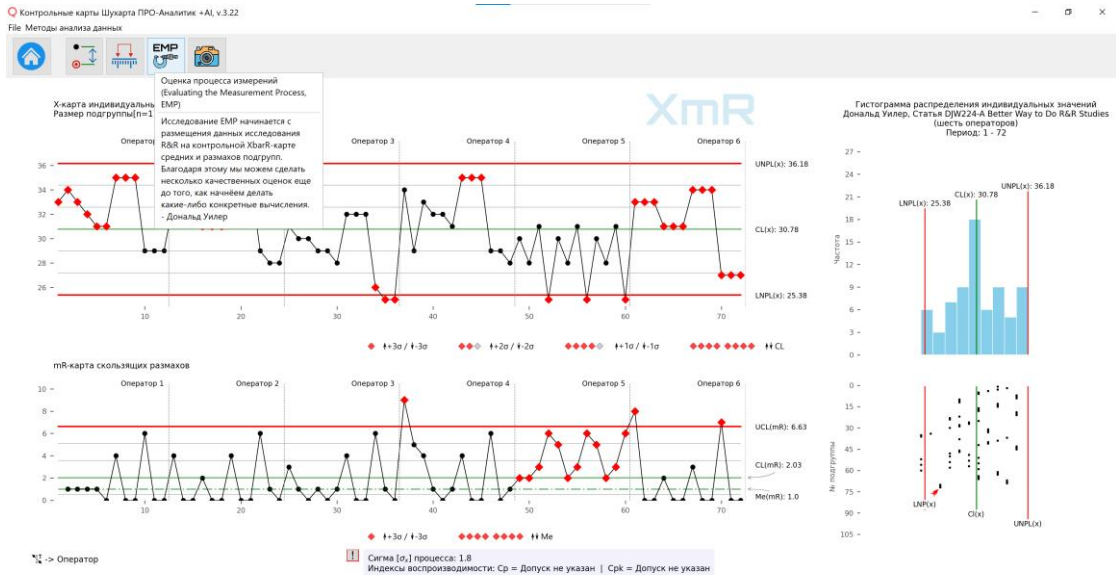


Рисунок 16. Выделена кнопка перехода к панели управления оценкой измерительного процесса (Evaluating the Measurement Process, EMP)

После построения контрольной XbarR-карты для анализа измерительного процесса (EMP) в области между графиками выводятся группы интерактивных кнопок (параллелизм, положение, согласованность), если количество операторов на одной контрольной карте не превышает шести. Кликом левой кнопкой мыши они меняют своё состояние.

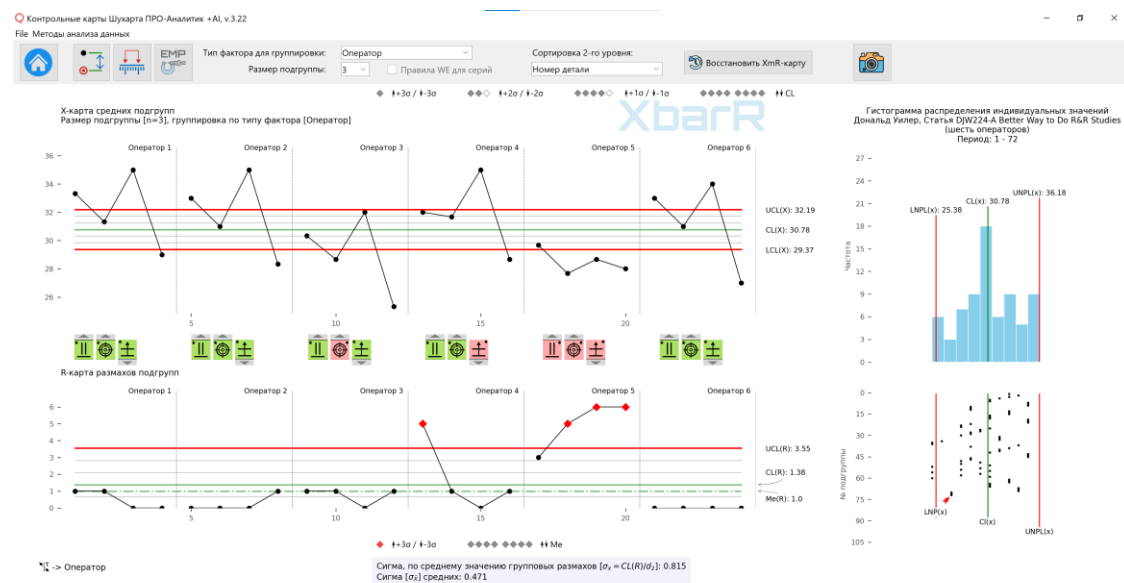


Рисунок 17. Применена группировка данных в рациональные подгруппы для Оценки измерительного процесса (Evaluating the Measurement Process, EMP).

Диаграмма Парето (Pareto chart)

Диаграммы Парето помогают усовершенствовать процессы за счет выявления первоначальных причин события. В них категории расставляются по рангу от наиболее часто встречающихся к наименее часто встречающимся. Эти диаграммы часто используются для контроля за качеством, позволяя определить и по возможности устранить первоначальную причину проблем. На диаграммах Парето содержится интегральная линия, на которой представлен процент суммарного итога всех вертикальных или горизонтальных столбцов. Источник: www.ibm.com

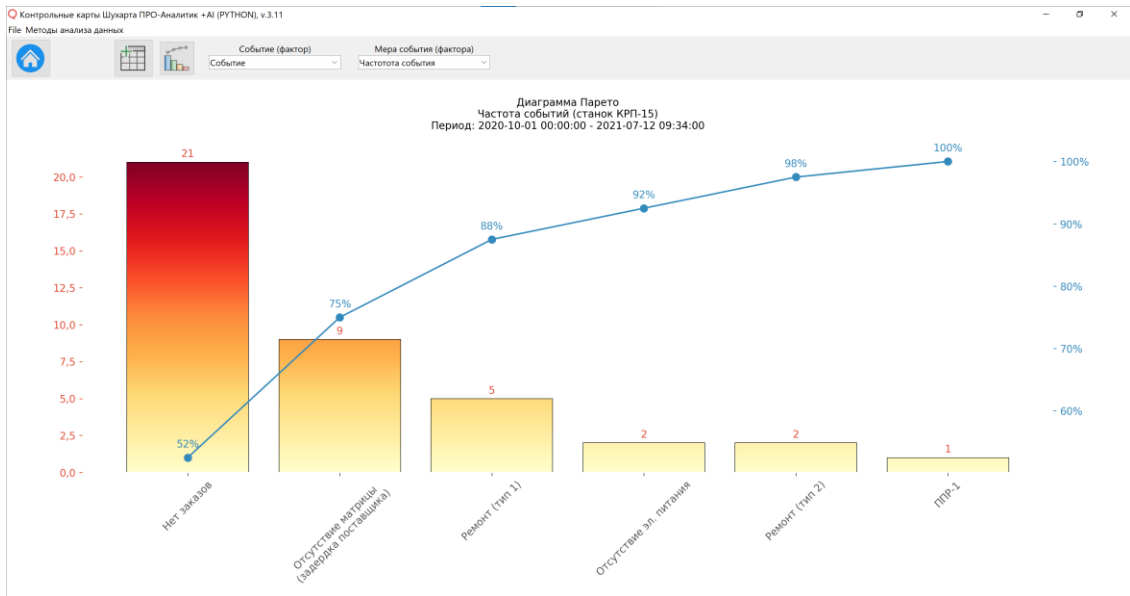


Рисунок 1. Диаграмма Парето (Pareto chart), выбрана мера события [Частота событий]. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

Вы можете провести анализ по любому количеству столбцов мер (показателей эффективности), моментально перестраивая диаграмму Парето, после выбора наименования столбца с мерой в поле [Мера события (фактора)] с выпадающим списком.



Рисунок 1. Диаграмма Парето (Pareto chart), выбрана мера события [Простой, мин]. ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

Наименование диаграммы Парето заполняется автоматически по данным из импортируемого файла.

Диаграмма Исикавы (Ishikawa diagram)

Диаграмма Исикавы — графический способ исследования и определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями в исследуемой ситуации или проблеме. Диаграмма названа в честь одного из крупнейших японских теоретиков менеджмента профессора Каору Исикавы, который предложил её в 1952 году как дополнение к существующим методикам логического анализа и улучшения качества процессов в промышленности Японии.

Предложенная профессором Исикавой схема ясно показывает работу над улучшением качества производственных процессов. Она, как и большинство инструментов качества, является средством визуализации и организации знаний, которое систематическим образом облегчает понимание и конечную диагностику определённой проблемы.

Такая диаграмма позволяет выявить ключевые взаимосвязи между различными факторами и более точно понять исследуемый процесс. Диаграмма способствует определению главных факторов, оказывающих наиболее значительное влияние на развитие рассматриваемой проблемы, а также предупреждению или устранению действия данных факторов.

Источник: [wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org)

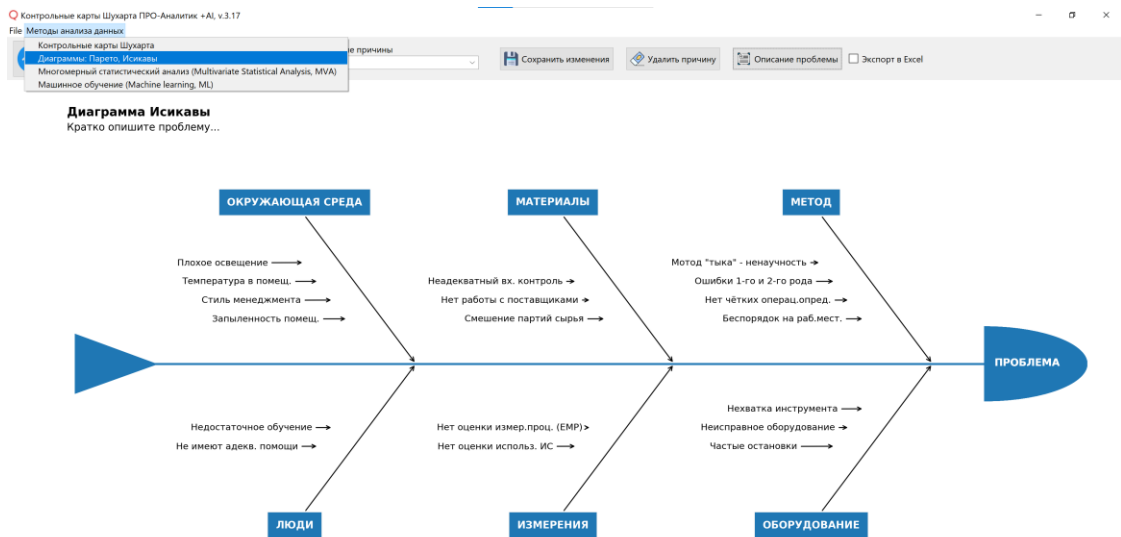


Рисунок 1. Открыт выпадающий список меню для перехода к функции построения диаграмм Парето и Исикавы в ПО Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

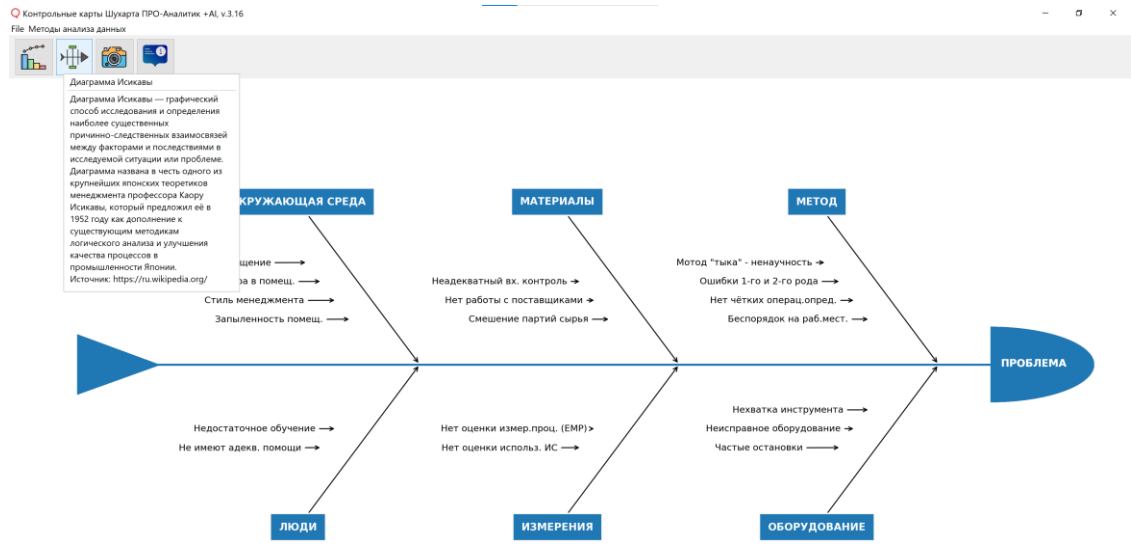


Рисунок 2. Открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функции построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram).

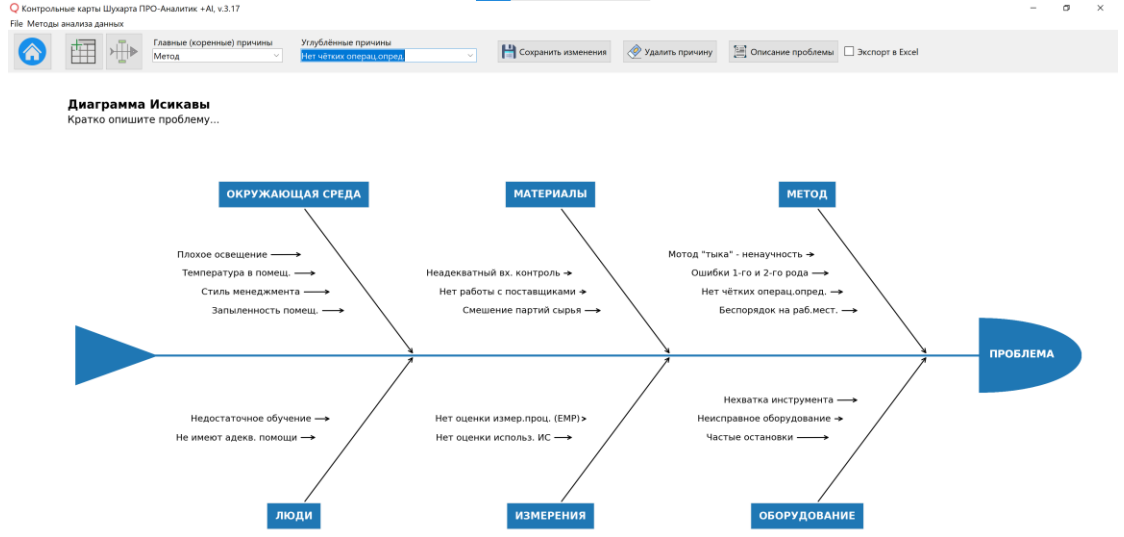


Рисунок 3. Открыта панель управления построением и редактированием диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram).

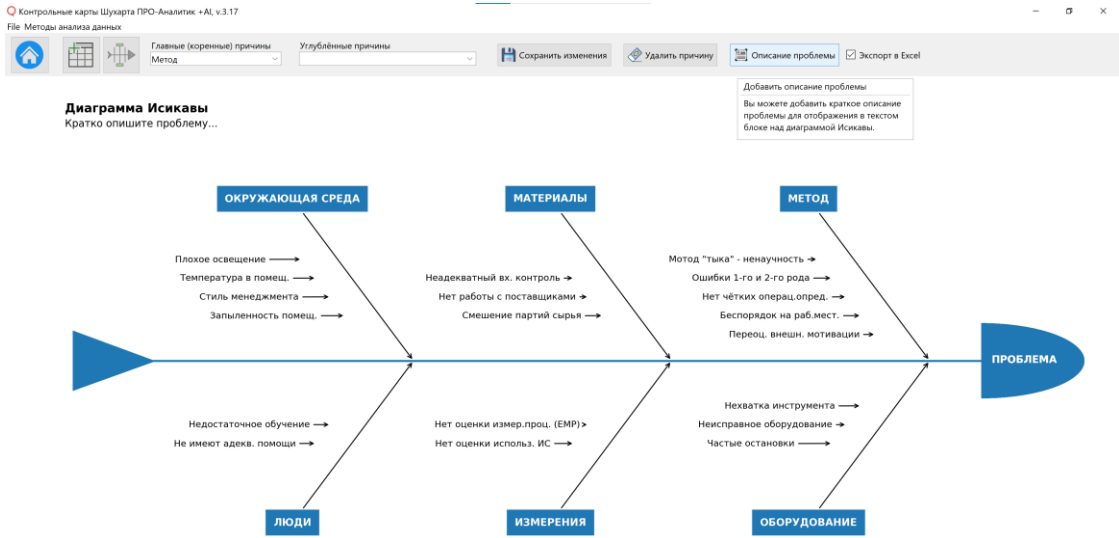


Рисунок 4. Открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку для ввода описания проблемы, которое отобразится в текстовом блоке над графиком диаграммы Ишикавы.

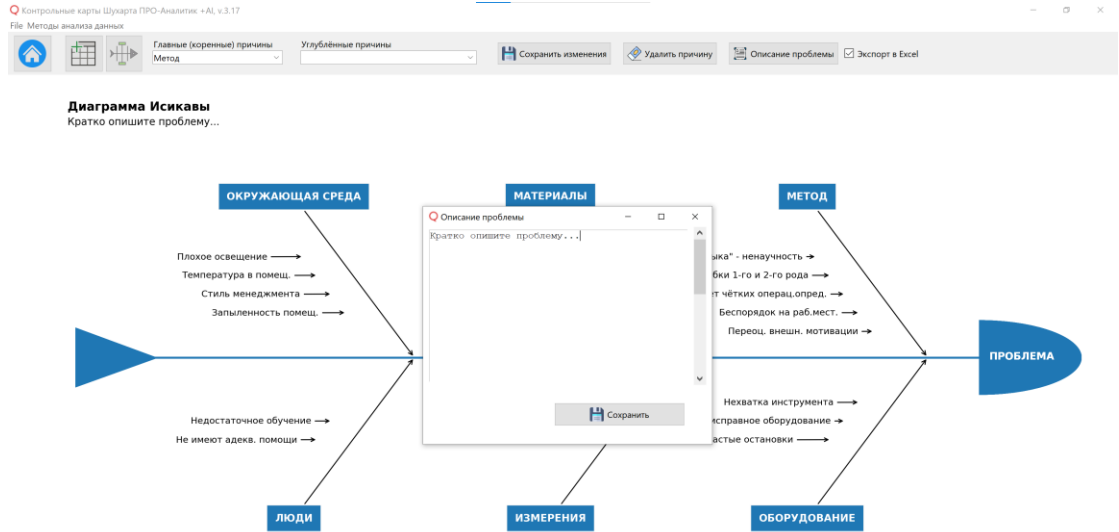


Рисунок 5. Открыто окно ввода описания проблемы. Сохранённое описание проблемы отразится на графике после нажатия кнопки [Сохранить] и автоматически сохранится в исходном файле Excel на вкладке (листе) с именем [ОписаниеПроблемы].

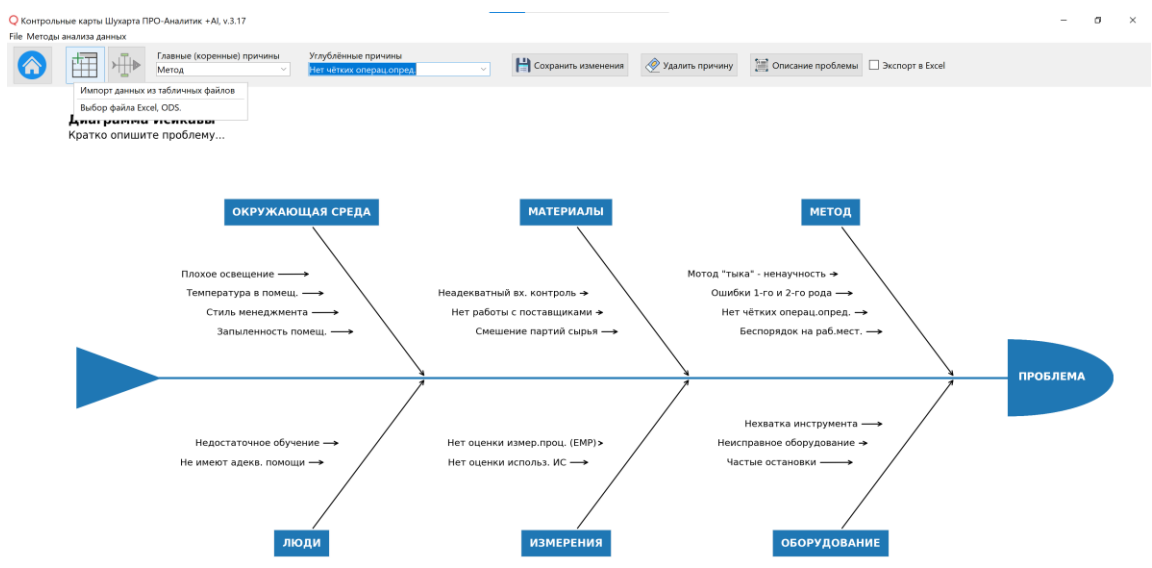


Рисунок 6. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). Открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели (функции) управления выбором нового исходного файла с данными для диаграммы Исикавы.

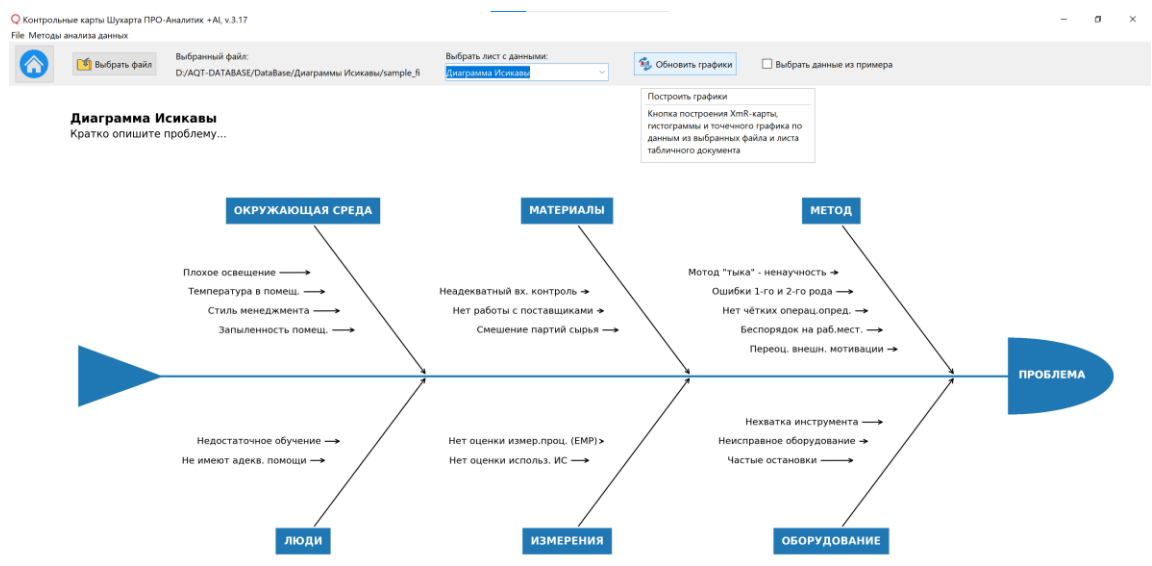


Рисунок 7. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). Открыта панель управления выбором нового исходного файла с данными для диаграммы Исикавы. При наведении курсора мыши открыта выпадающая подсказка кнопки обновления графика по выбранным данным.

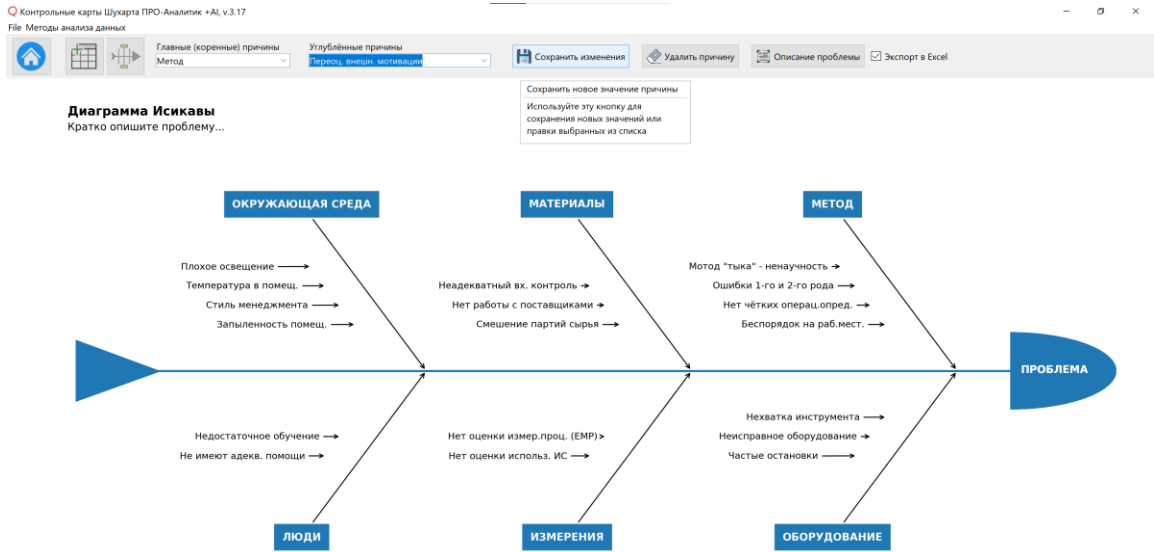


Рисунок 8. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). В поле [Главных коренных] причин выбрано [Методы], в поле [Углублённых причин] введено новое значение [Переоценка внешней мотивации]. Открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Сохранить изменения] для обновления диаграммы Исикавы. Установлена галочка в чекбоксе для сохранения изменений диаграммы Исикавы в исходном файле Excel в новой вкладке.

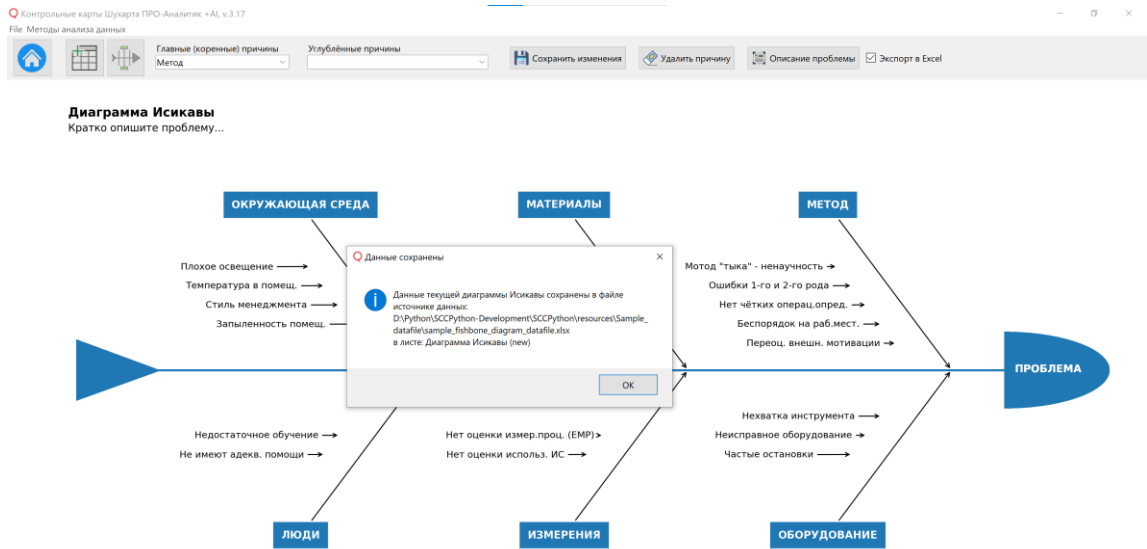


Рисунок 9. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). Установлена галочка в чекбоксе для сохранения изменений диаграммы Исикавы в исходном файле Excel в новой вкладке. Открыто окно сообщения о выполненном сохранении данных.

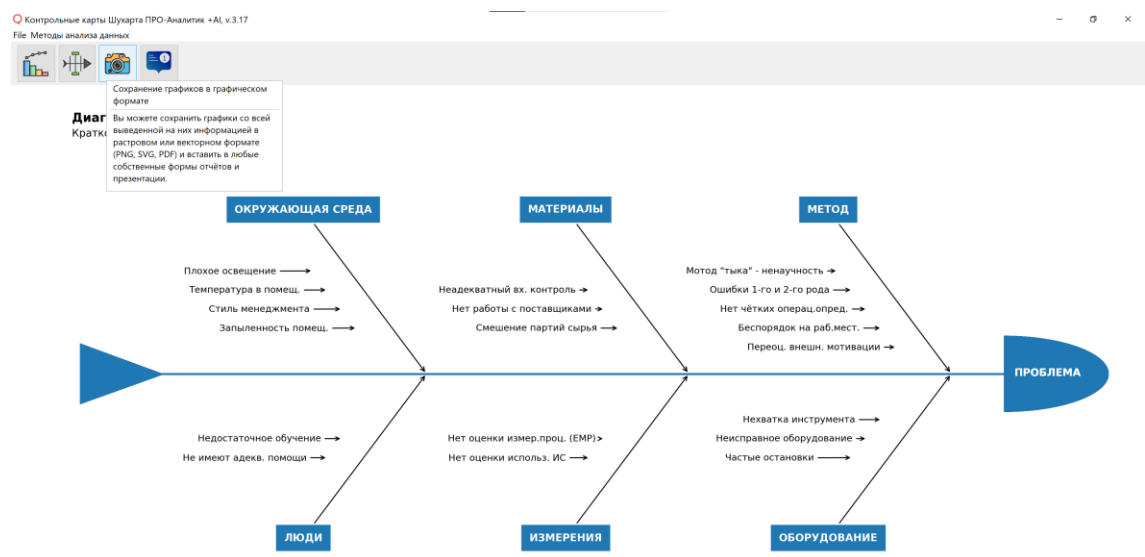


Рисунок 10. При переходе на уровень выше кликом по кнопке [Домой] в открытой панели управления диаграммами Парето и Исикавы открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Сохранение графиков в графическом формате] для перехода к панели управления экспортом текущего графика (диаграммы Исикавы) в формат файла-картинки с выбранным расширением (PNG, SVG, PDF).

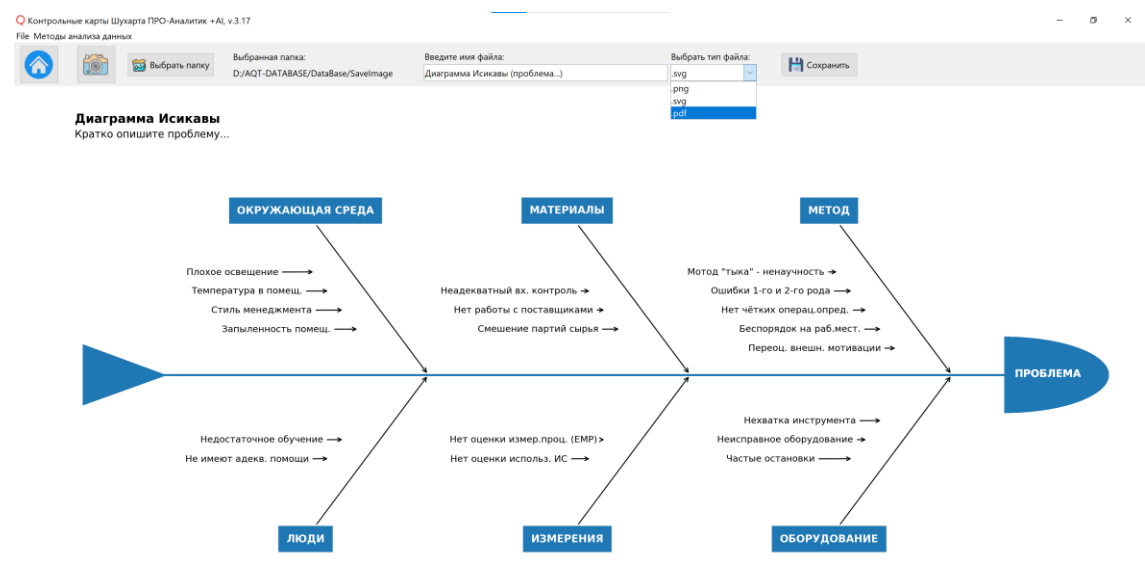


Рисунок 11. Открыта панель управления экспортом текущего графика (диаграммы Исикавы) в формат файла-картинки с выбранным расширением (PNG, SVG, PDF).

Вы можете выбрать лист текущего файла заранее очищенный от списка причин, для создания диаграммы Исикавы "с чистого листа".

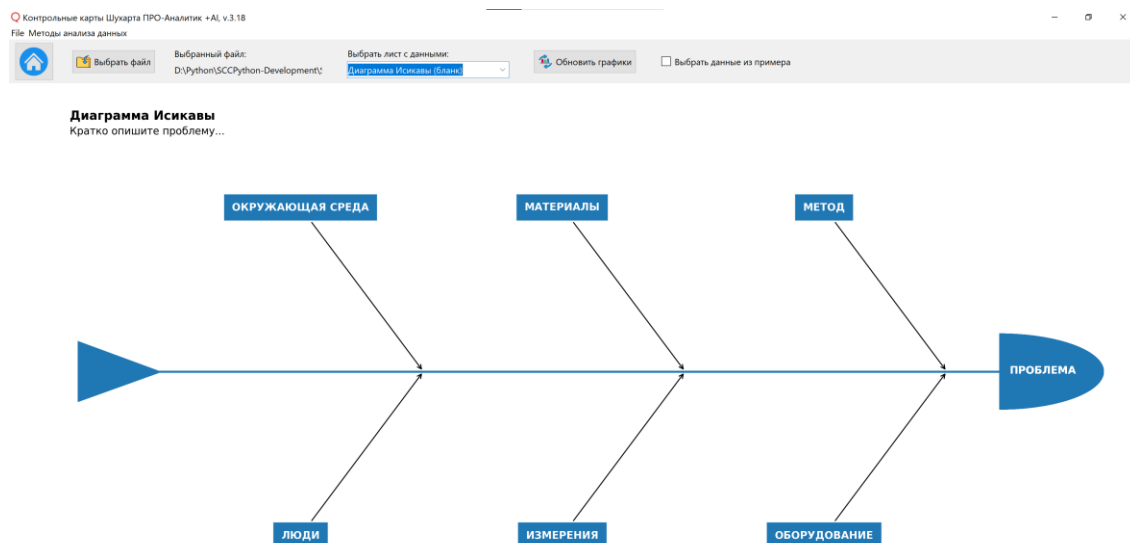


Рисунок 12. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). Открыта панель управления выбором нового исходного файла и листа с данными для диаграммы Исикавы. В поле с именем листа текущего файла выбран лист [Диаграмма Исикавы (бланк)].

Храните каждую диаграмму Исикавы для одной проблемы в отдельном файле в любой удобной для использования структуре папок. Если вы установите галочку в чекбоксе [Экспорт в Excel] новая диаграмма Исикавы будет сохраняться при каждом нажатии на кнопку [Сохранить изменения] в выбранном файле (XLSX), в котором будет создан новый лист с именем [Диаграмма Исикавы (new)], если лист с таким именем уже существует в файле, он будет заменён новым. Если для импорта данных диаграммы Исикавы использовался файл с другим расширением, например XLS; XLSB; ODS - будет создан одноимённый файл, но с расширением XLSX в папке с файлом импортируемых данных.

Разные версии диаграммы Исикавы для одной проблемы можно сохранять на отдельных листах файла XLSX, просто переименовав лист [Диаграмма Исикавы (new)] с версией, которую хотите сохранить.

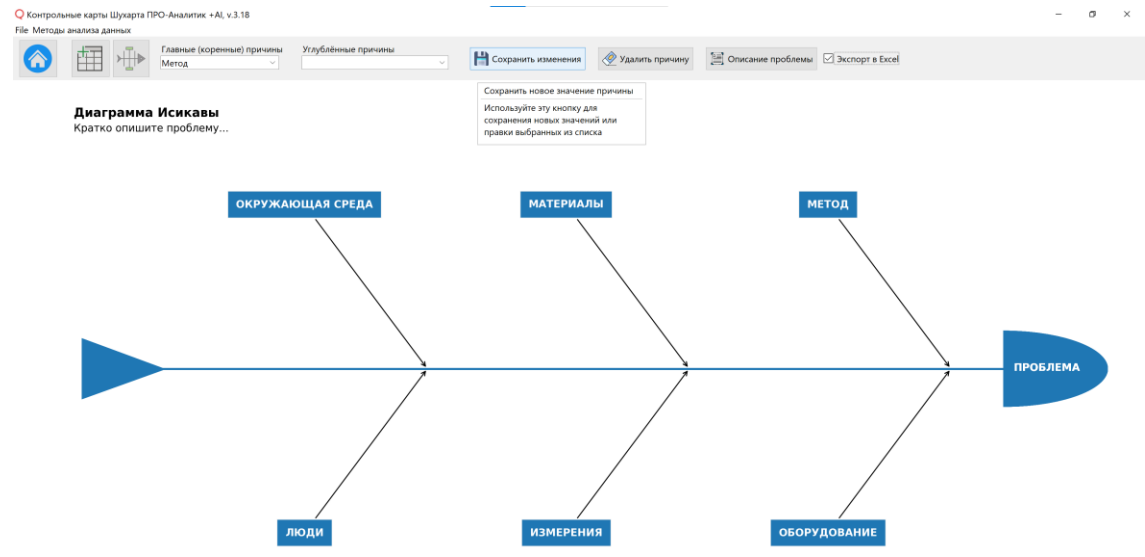


Рисунок 13. Функция построения диаграммы Исикавы (Ishikawa diagram). Для импорта данных выбран лист [Диаграмма Исикавы (бланк)] текущего файла с данными. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Сохранить изменения], в чекбоксе [Экспорт в Excel] установлена галочка.

Графики парной корреляции (диаграмм рассеяния) с гистограммами распределения и тепловая корреляционная матрица для неограниченного числа факторов

Многомерный статистический анализ MSA (Multivariate Statistical Analysis). Функция построения диаграмм рассеяния с гистограммами распределения и тепловой картой корреляций представляет эффективный способ визуального представления статистических функциональных зависимостей между множеством факторов (измерения и подсчёты), представленных в ваших данных. На каждом графике выводится уравнение линии тренда, коэффициент корреляции Пирсона [R].

Вы можете загрузить пример структурированного табличного файла для построения диаграмм рассеяния с гистограммами распределения значений и тепловой картой корреляций: [XLSX](#).

Для импорта могут быть использованы структурированные данные из табличных файлов: **XLSX**; **XLS**; **XLSB**; **ODS**.

Важно заметить, что высокий коэффициент корреляции не доказывает причинно-следственной связи анализируемых факторов, а говорит об их статистической функциональной связи. Например, оба фактора могут зависеть от какого-либо другого или группы других факторов.

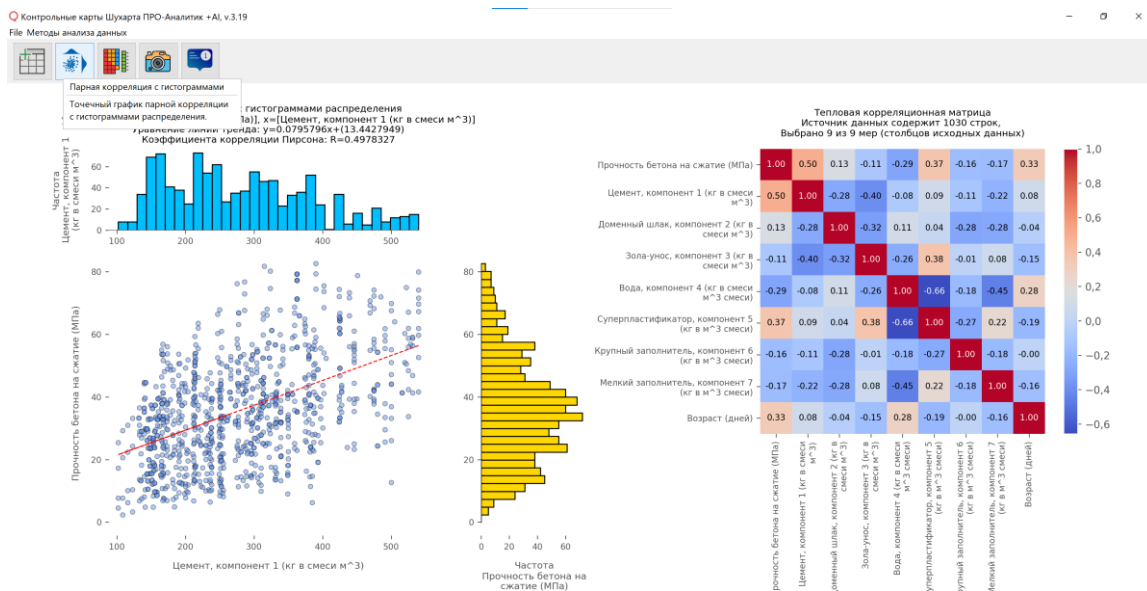


Рисунок 1. Панель управления многомерным анализом данных. Графики парной корреляции (диаграмм рассеяния) с гистограммами распределения и тепловой картой корреляций с включенными подписями коэффициентов корреляции в тепловой карте

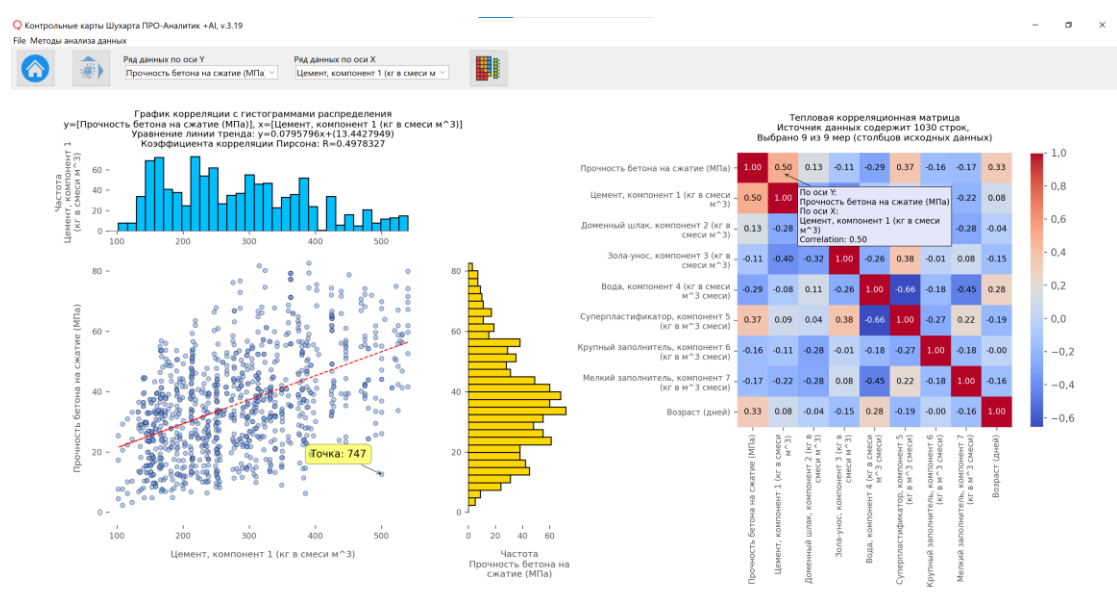


Рисунок 2. Панель управления диаграммой рассеяния с гистограммами. Кликком левой кнопки мыши по выбранной пользователем точке на графике диаграммы рассеяния выводится подпись с номером точки (строки) данных. Кликком левой кнопки мыши по выбранной пользователем цветной области в тепловой карте выводится подпись с именами столбцов исходных данных по осям Y, X и коэффициентом корреляции. Скрытие подписей осуществляет кликом правой кнопки мыши по области подписи.

При большом количестве отслеживаемых измеримых факторов даже опытному технологу сложно поддерживать представление о возможных взаимосвязях контролируемых характеристик процессов. С помощью нашего программного обеспечения вы можете проанализировать неограниченное количество факторов в один клик, обратить внимание на аномальные выбросы (точки вне общей совокупности на графике) или на несоответствия ожидаемым размеру и направлению корреляции (отрицательная, нулевая, положительная) в парах анализируемых значений.

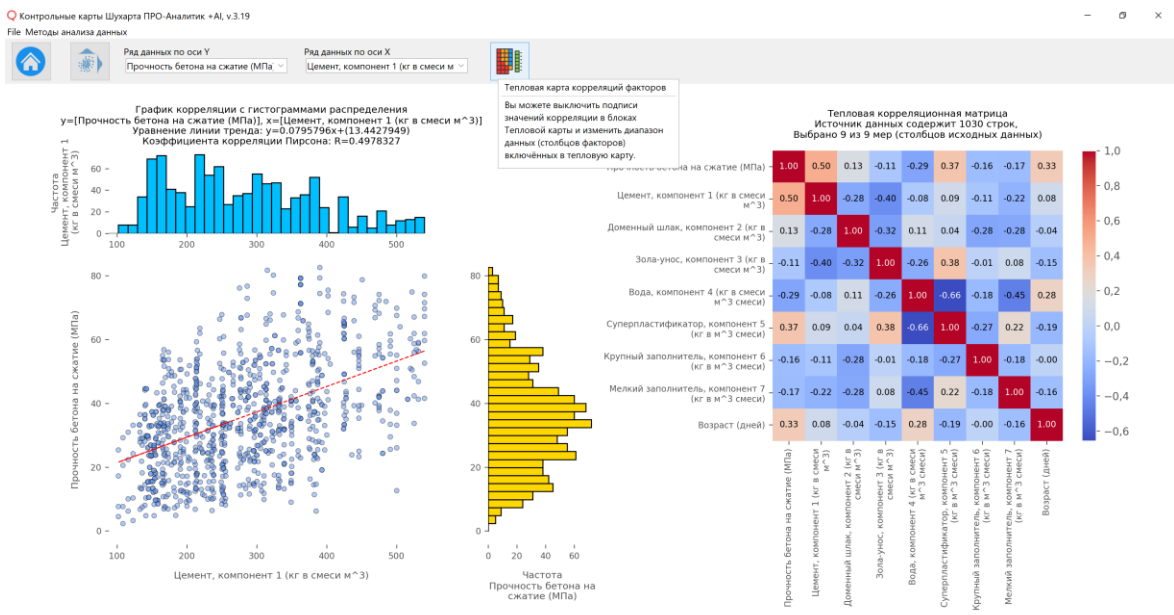


Рисунок 3. Панель управления диаграммой рассеяния с гистограммами. Открыта выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода в управление тепловой картой.

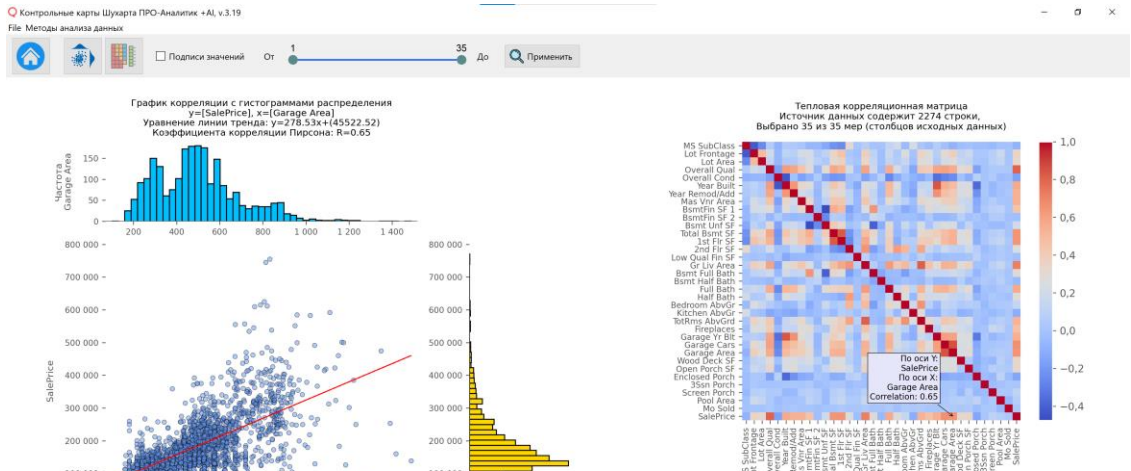


Рисунок 4. Панель управления тепловой картой. Отключены подписи коэффициентов корреляции в тепловой карте. В панели управления тепловой картой выбран диапазон всех 35 столбцов исходных данных. Выведена подпись к выбранной пользователем области корреляции на тепловой карте. Источник данных Ames Housing Dataset.

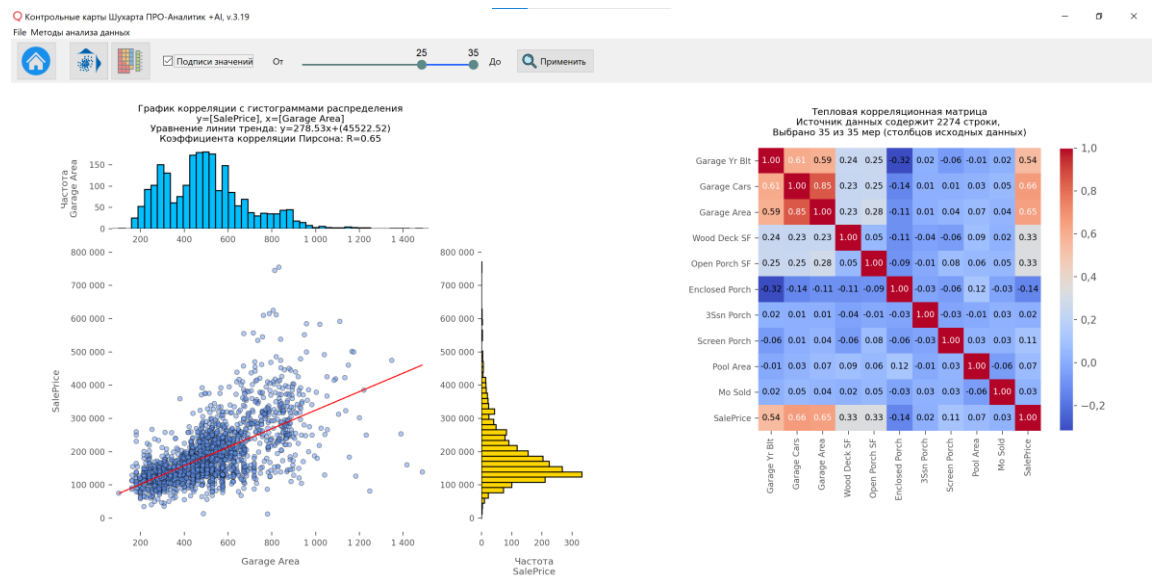


Рисунок 5. Панель управления тепловой картой. В области управления тепловой картой включены подписи значений корреляций и выбран диапазон от 25 до 35 столбца (включительно) исходных данных. Источник данных Ames Housing Dataset.

Определение выбросов

Часто, с помощью простых графических методов можно понять, какой из двух факторов в паре виновен в наблюдаемом выбросе, для этого достаточно взглянуть на графики корреляции с гистограммами каждого фактора и с самим собой, см. Рисунок 6.

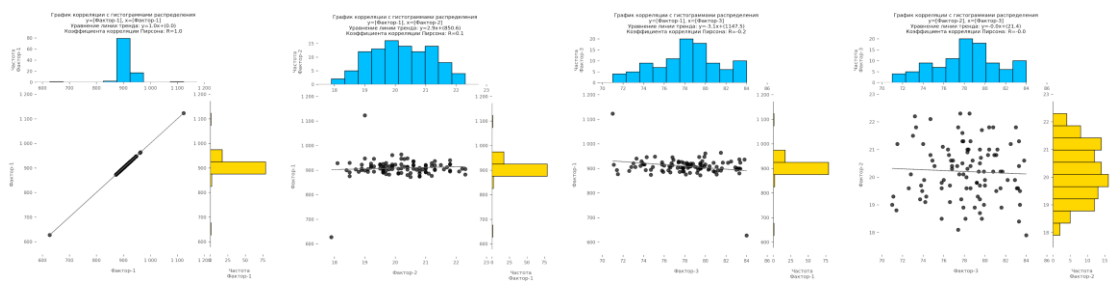


Рисунок 6. Многофакторный корреляционный анализ: графики корреляции всех факторов и Фактора-1 с самими собой. Видна проблема с записью двух значений Фактора-1.

Но с **операциональным смыслом** такое понимание "виновника выброса" может подтвердить или опровергнуть только контрольная XmR-карта Шухарта для индивидуальных значений, построенная по исходным данным Фактора-1, см. Рисунок 5 ниже.

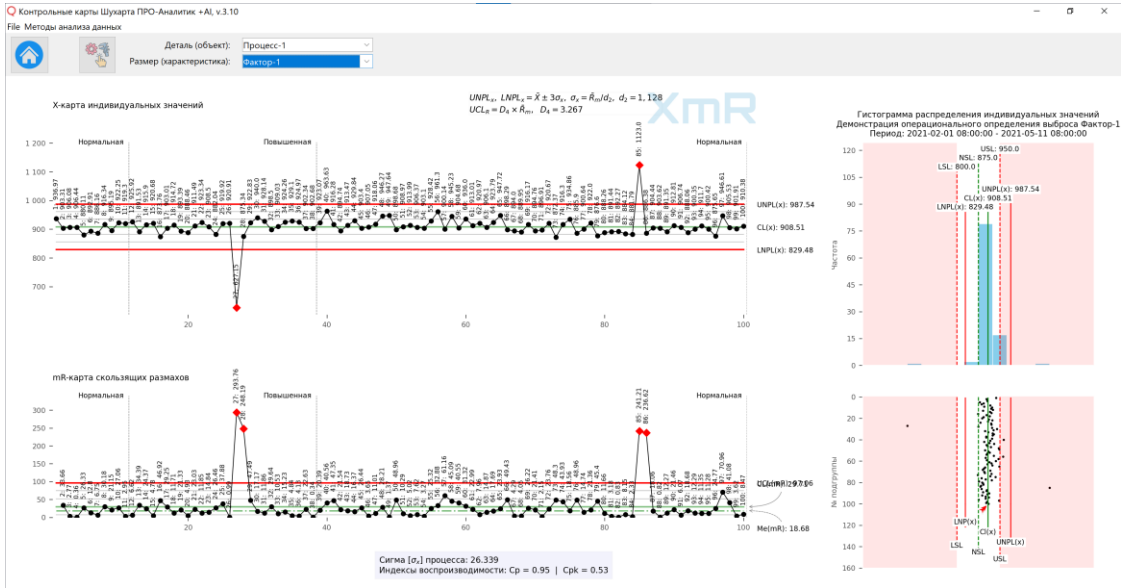


Рисунок 5. Контрольная XmR-карта индивидуальных значений, построенная по исходным данным Фактора-1 (до удаления выбросов).

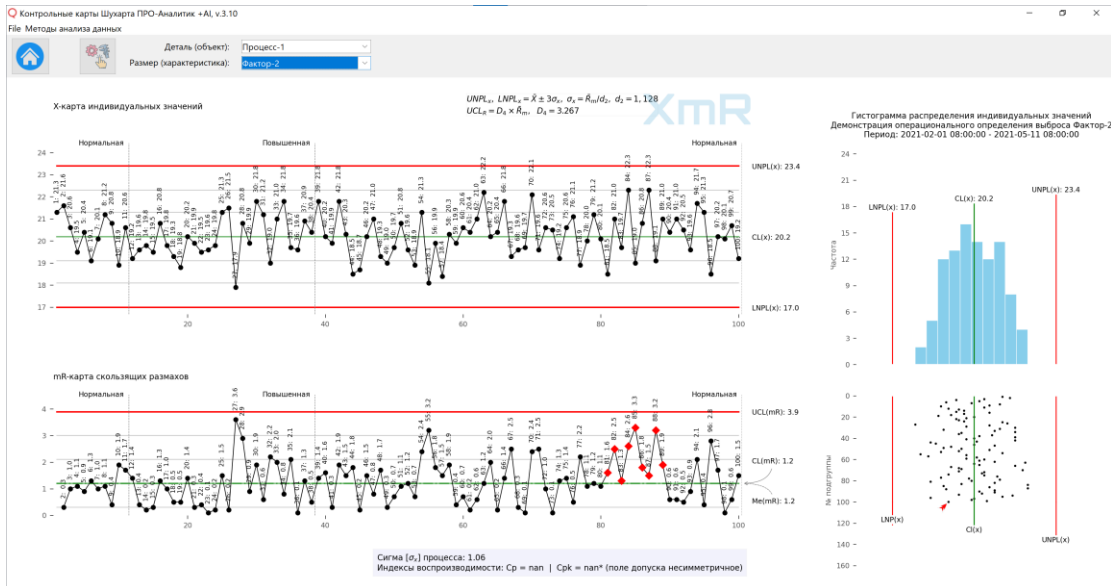


Рисунок 6. Контрольная XmR-карта индивидуальных значений, построенная по исходным данным Фактора-2. Серия красных точек с 81 по 89 - повод разобраться с особыми причинами, проявившимися в этих точках. Важно что многофакторный анализ на Рисунке 4 не имеет такой способности.



Рисунок 7. Контрольная XmR-карта индивидуальных значений, построенная по исходным данным Фактора-3.

Важно

Иногда удаление всего одной точки с выбросом может изменить направление корреляции (направление линии тренда) с положительной корреляции на отрицательную. Вы должны знать о возможности такого поведения линии тренда и всех автоматически вычисляемых производных, например: уравнение функции тренда, коэффициент детерминации R2 (величина достоверности аппроксимации) и корреляции R. Это замечание относится и к уравнению линейной и других видов регрессий, построенных по исходным данным. Первым делом посмотрите на ваши данные, представленные в графическом виде на контрольной карте Шухарта. Обрати внимание на процесс ввода первоначальных данных оператором и улучшите его, используя автоматизированную проверку вводимых значений.

Пример. На одном крупном производственном предприятии, выпускающем один вид продукции, немного отличающийся только по длине и диаметру, результаты многофакторного корреляционного анализа пары показателей округлости сечения продуктов продемонстрировали противоположные направления корреляции этих показателей, без признаков выбросов в исходных данных. Позволило мне указать производственному менеджменту на различные способы управления одинаковыми процессами оператором технологической линии в зависимости от размера продукта, что явилось предметом для исследования того, что же на самом деле делает оператор.

Часто выбросы обусловлены банальными причинами, например, ошибкой записи значений считанных с приборов контролёрами (и это особая причина). Контрольные карты Шухарта легко справляются с такими ошибочными записями, которые оказываются вне зоны, ограниченной верхней и нижней контрольными границами процесса, например, знак разделяющий целую и дробную часть смещён на одну цифру. Например, вместо 0,232 записано 0,0232 или 2,32.

Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение математических моделей алгоритмом **Множественной линейной регрессии (Multiple Linear Regression)**

Линейная регрессия (англ. Linear regression) — используемая в статистике регрессионная модель зависимости одной (объясняемой, зависимой) переменной от другой или нескольких других переменных (факторов, регрессоров, независимых переменных) с линейной функцией зависимости.

Линейная регрессия определяется как процесс определения прямой линии, которая лучше всего соответствует набору разрозненных точек данных. Затем эту линию можно спроецировать для прогнозирования новых точек данных. Благодаря своей простоте и важным функциям линейная регрессия является фундаментальным методом машинного обучения.

В случае построения регрессионной зависимости некоторой случайной величины от совокупности нескольких случайных величин (одна зависимая переменная при нескольких независимых переменных) говорят о построении множественной линейной регрессии (Multiple Linear Regression). Если независимая переменная всего одно говорят о построении простой линейной регрессии.

Где применяется

Анализ данных методом множественной линейной регрессии может быть применён:

- как эффективная (стоимость, время, ресурсы) альтернатива "[Планированию экспериментов](#)" для поиска оптимальных режимов входных параметров;
- для предварительной или альтернативной оценки выходных параметров, когда измерительные процедуры таких параметров проводятся дорогостоящими и/или длительными испытаниями;
- для экспертных систем поддержки принятия решений (СППР), когда решения связаны с рисками совершения ошибок человеком.

Файлы моделей данных

В нашем программном обеспечении могут быть использованы обученные математические модели Многомерной линейной регрессии для библиотеки scikit-learn, созданные на других компьютерах с нашим ПО и сохранённые в файлах (*.sav).

При наличии в импортируемых данных одного или нескольких столбцов независимых переменных с категориальными значениями, например, [мужчина, женщина], будет проведена автоматическая процедура "Горячего кодирования" для преобразования таких данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1]. Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

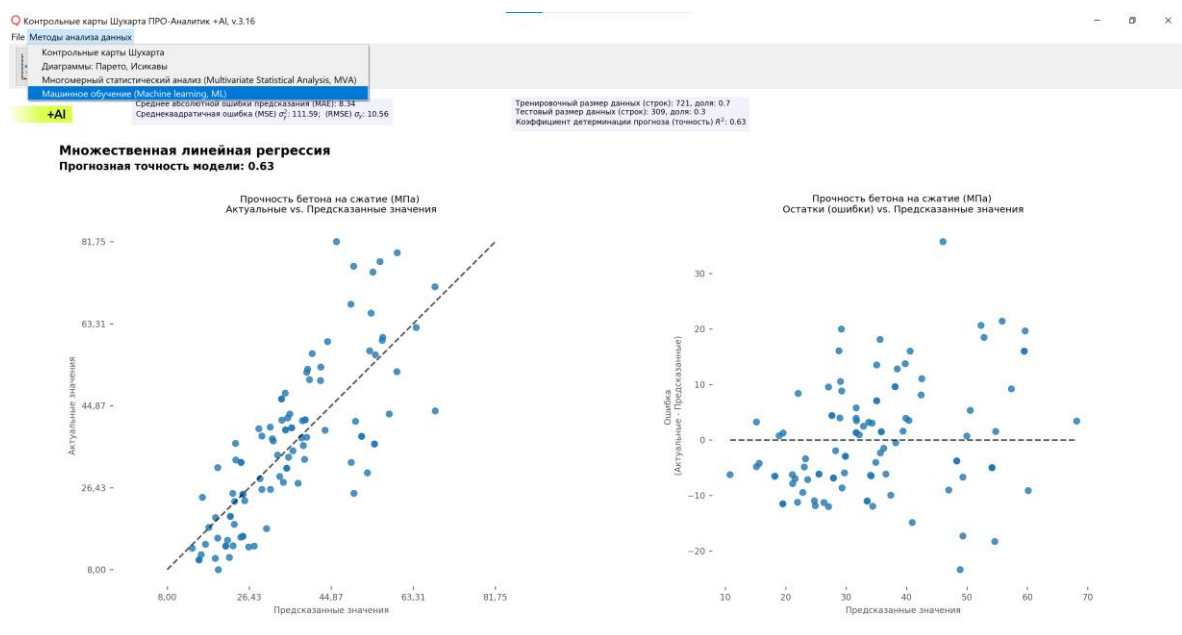


Рисунок 1. Окно перехода к функциям машинного обучения (Machine learning, ML). Выведен список выпадающего меню при наведении курсора мыши на пункт главного меню [Методы анализа данных].

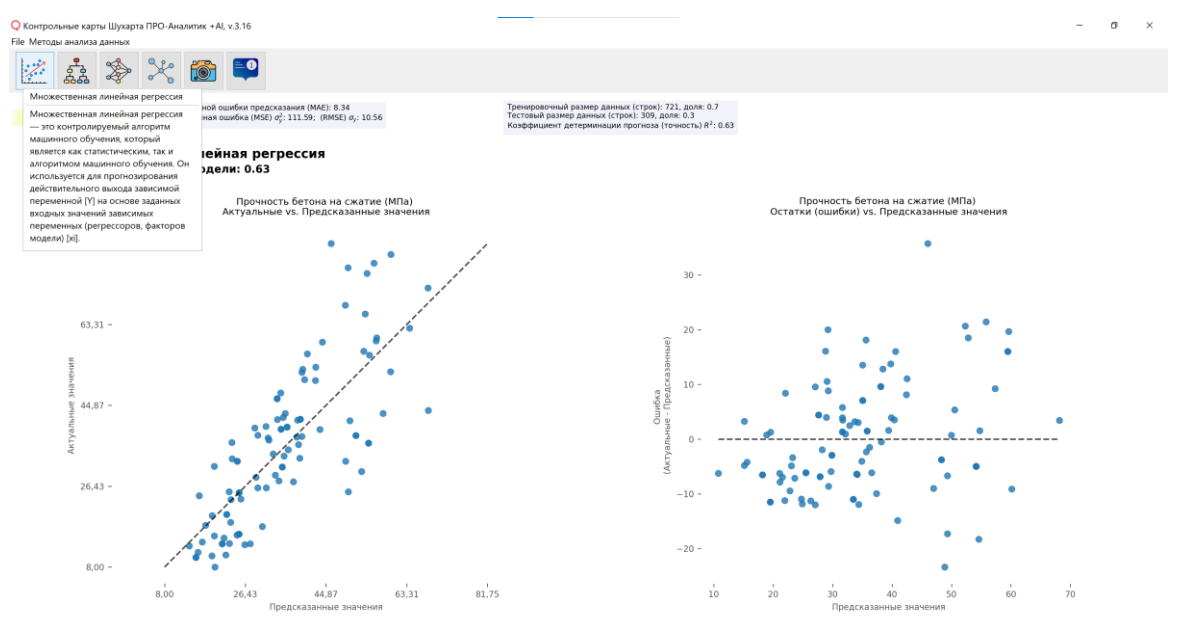


Рисунок 2. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функциям множественной линейной регрессии.



Рисунок 3. Окно функции множественной линейной регрессии.

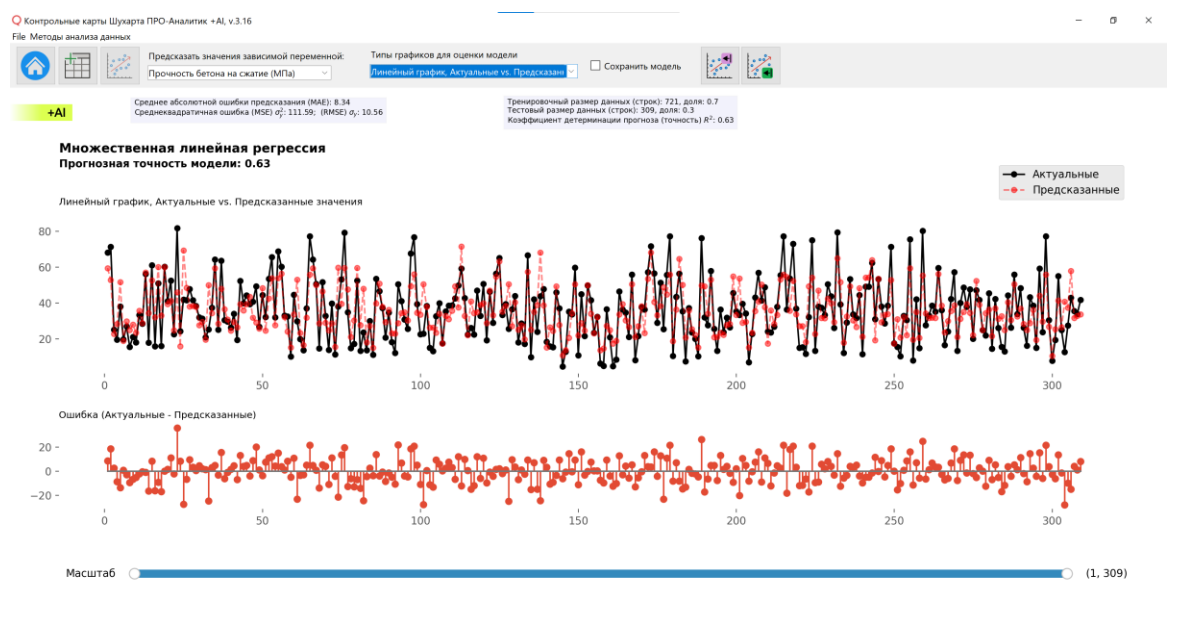


Рисунок 4. Окно функции множественной линейной регрессии. В поле с выпадающим списком [Типы графиков для оценки модели] выбран график [Линейный график. Актуальные vs. Предсказанные].

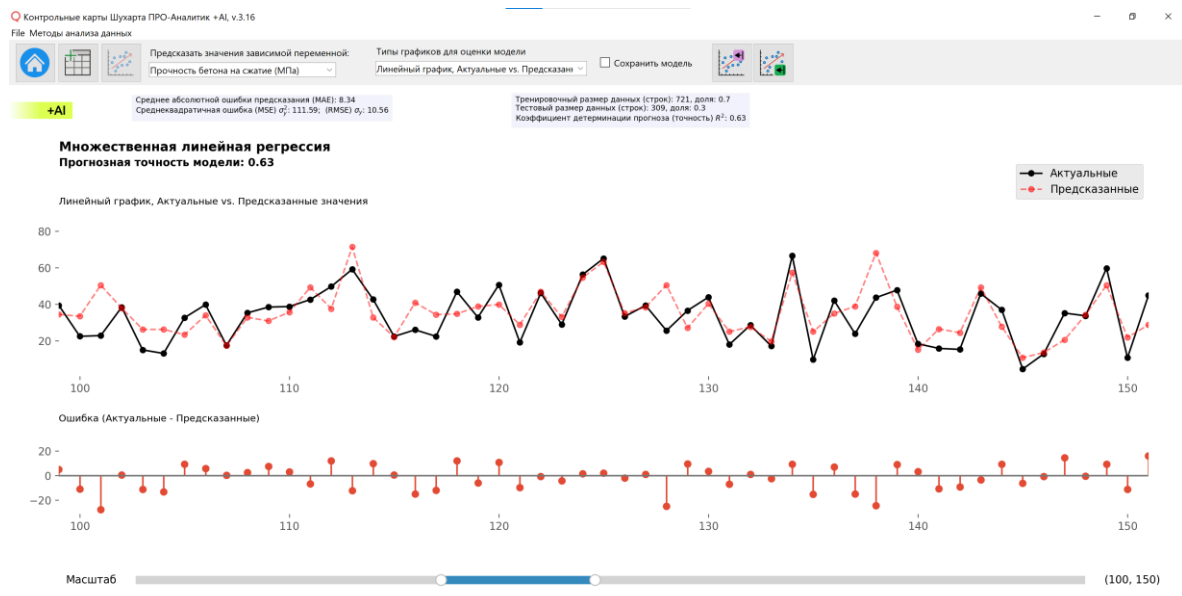


Рисунок 5. Окно функции множественной линейной регрессии. В поле с выпадающим списком [Типы графиков для оценки модели] выбран график [Линейный график. Актуальные vs. Предсказанные]. Применено масштабирование графика по оси X.

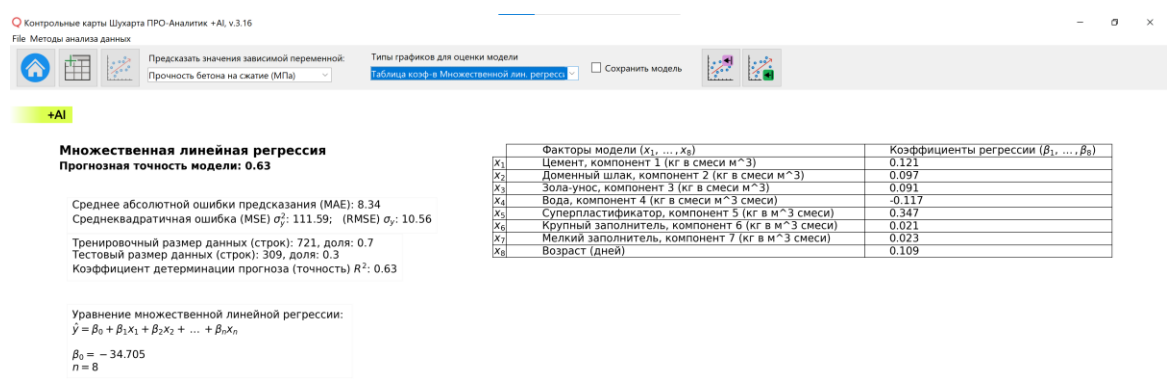
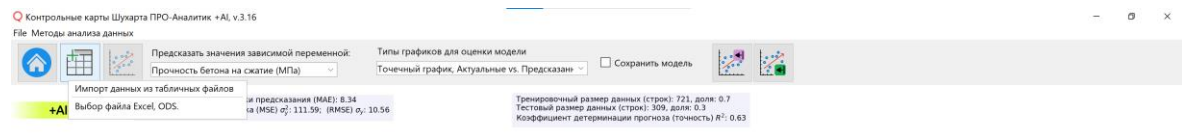


Рисунок 6. Окно функции множественной линейной регрессии. В поле с выпадающим списком [Типы графиков для оценки модели] выбран график [Таблица коэффициентов множественной линейной регрессии].



Множественная линейная регрессия
Прогнозная точность модели: 0.63

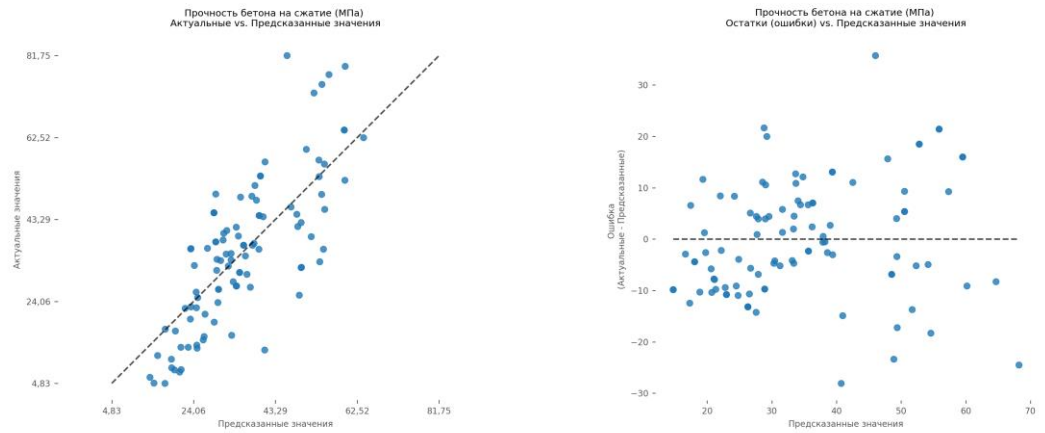
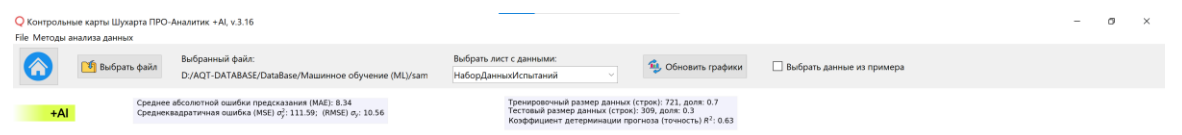


Рисунок 7. Окно функции множественной линейной регрессии. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку выбора табличного файла для импорта новых данных.



Множественная линейная регрессия
Прогнозная точность модели: 0.63

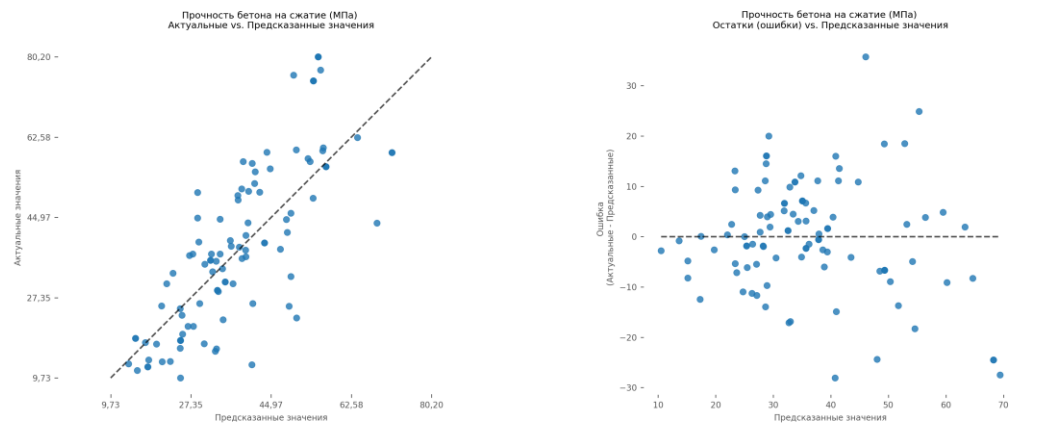


Рисунок 8. Окно функции выбора табличного файла для обучения математической модели методом многомерной линейной регрессии.



Рисунок 9. Окно функции множественной линейной регрессии. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на отмеченный галочкой чекбокс [Сохранить модель]. Сохранение модели в соответствующей папке приложения [SCCPython\resources\Model_AI] происходит автоматически при выборе необходимой зависимой переменной в выпадающем списке [Предсказать значения зависимой переменной:]

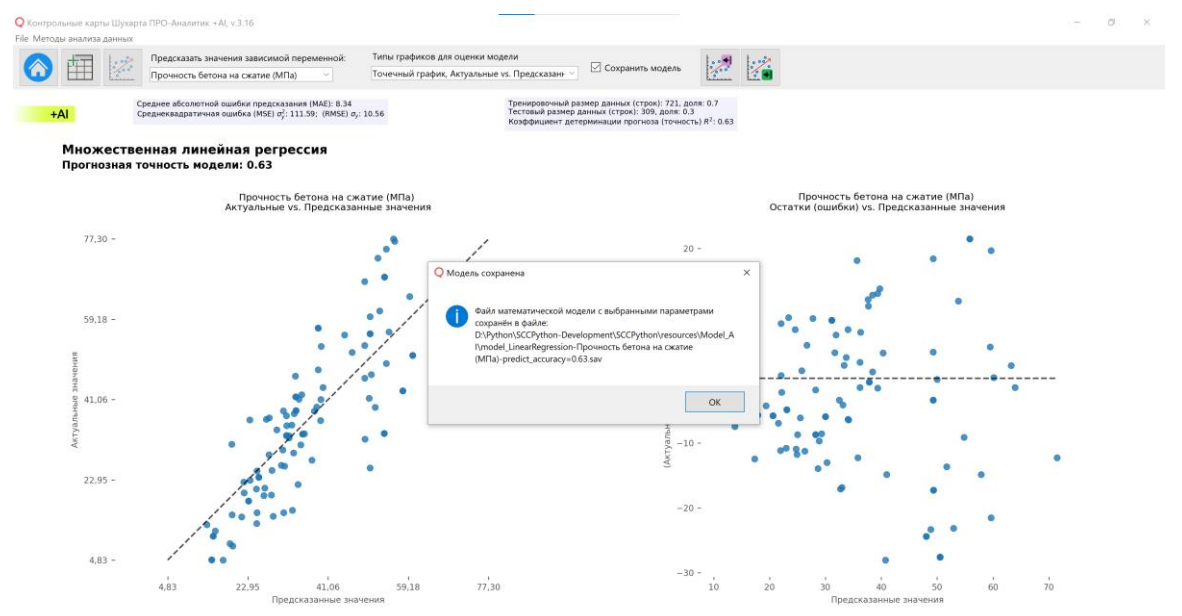


Рисунок 10. Окно функции множественной линейной регрессии. Выведено окно сообщения о сохранении файла математической модели.

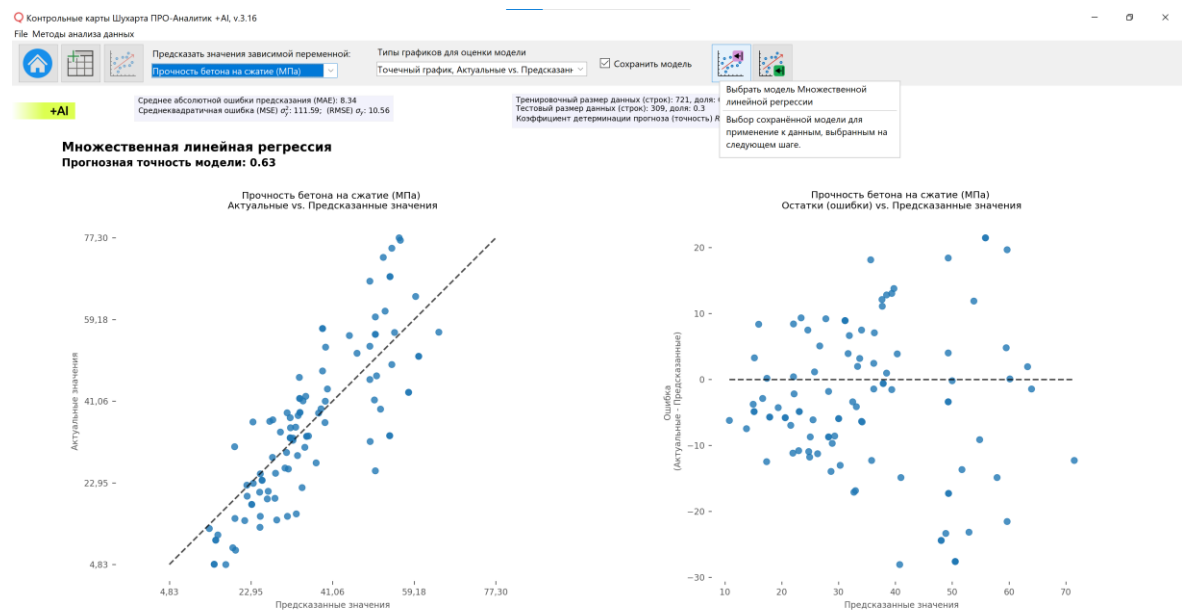


Рисунок 11. Окно функции множественной линейной регрессии. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления выбором сохранённой математической модели.

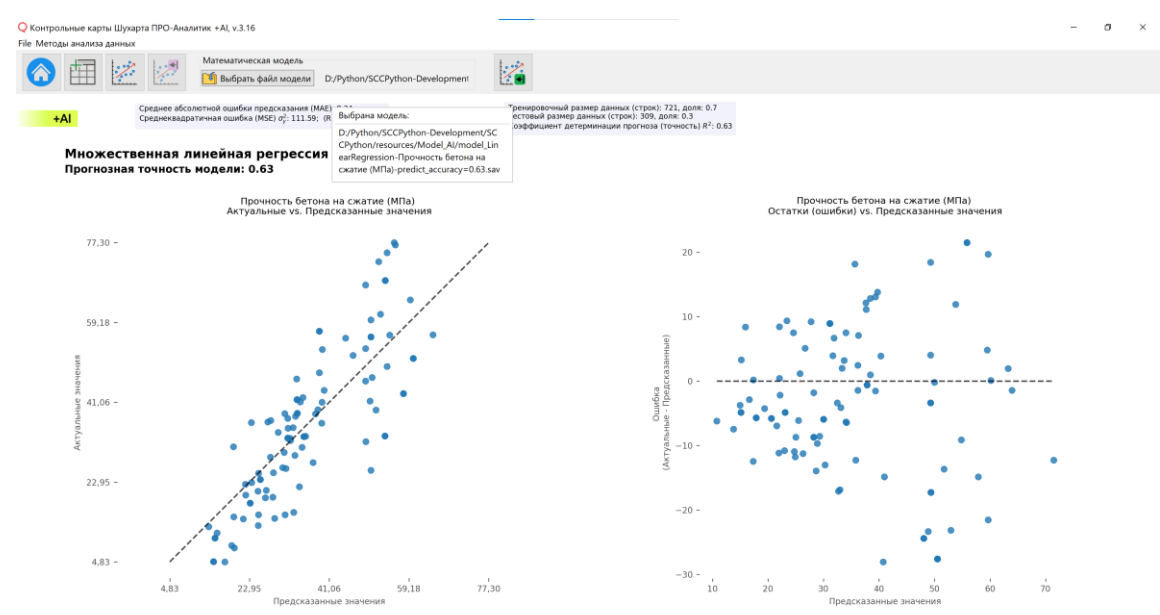


Рисунок 12. Окно функции множественной линейной регрессии. Панель управления выбором сохранённой математической модели. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на путь к файлу выбранной математической модели.



Рисунок 13. Окно функции множественной линейной регрессии. Панель управления выбором сохранённой математической модели. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления выбором файла с данными для предсказания зависимой переменной.



Рисунок 14. Окно функции множественной линейной регрессии. Панель управления выбором данных с независимыми переменными и применения математической модели для предсказания зависимой переменной. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на путь к файлу с данными.



Рисунок 15. Окно функции множественной линейной регрессии. Панель управления выбором данных с независимыми переменными и применения математической модели для предсказания зависимой переменной. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку [Предсказать результаты].

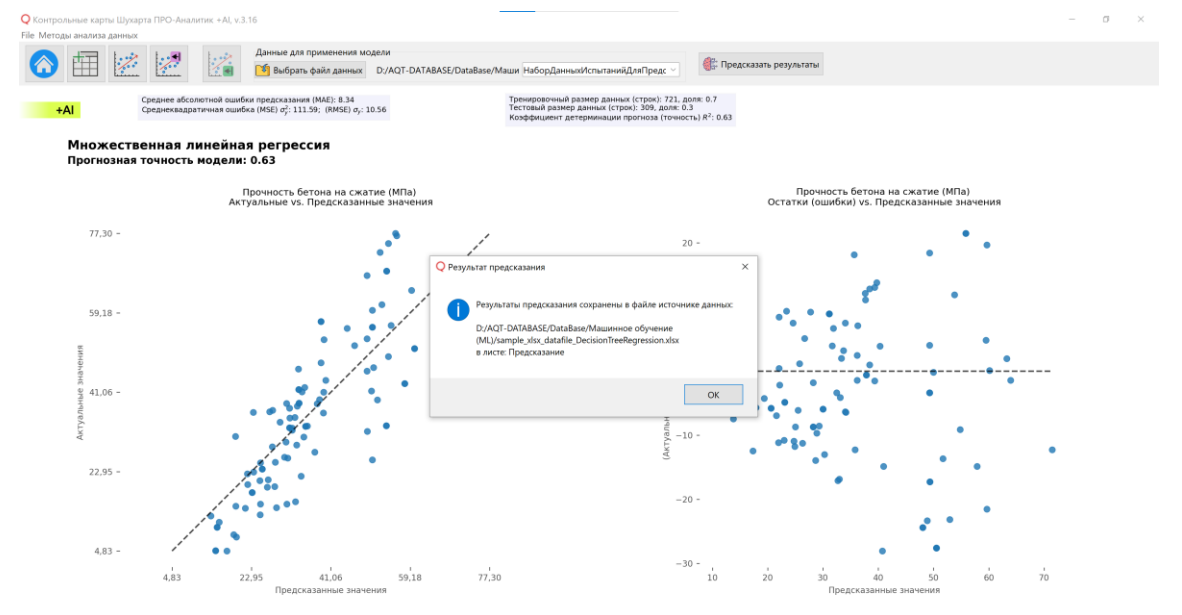


Рисунок 16. Окно функции множественной линейной регрессии. Кликом по кнопке "Предсказать результаты" осуществляется применение модели к импортированным на предыдущем шаге данным и по завершении операции открывается окно уведомления о сохранении предсказанных значений в файле Excel.

Причины по которым точность математической модели методом линейной регрессии может дать низкую точность

- 1.Несоответствие предположений линейной регрессии: Линейная регрессия предполагает линейную зависимость между признаками и целевой переменной. Если существуют нелинейные отношения, то линейная регрессия может давать низкую точность.
- 2.Неправильный выбор признаков: Выбор правильных признаков очень важен для точности модели линейной регрессии. Если неподходящие или нерелевантные признаки включены в модель, это может снизить ее точность.
- 3.Недостаточное количество данных: Если модель обучается на небольшом объеме данных, это может привести к низкой точности. Чем больше данных доступно для обучения, тем более точной может быть модель линейной регрессии.
- 4.Нарушение предположений о независимости ошибок: Линейная регрессия требует, чтобы ошибки модели были независимыми и одинаково распределенными. Если это предположение нарушено, точность модели может быть низкой.
- 5.Мультиколлинеарность признаков: Мультиколлинеарность возникает, когда признаки в модели сильно коррелируют между собой. Это может сказаться на точности линейной регрессии.
- 6.Неправильная стандартизация признаков: В случае, если не произведена стандартизация признаков, то признаки с разными масштабами могут вносить неравномерный вклад в модель, что может привести к низкой точности.

Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение математических моделей алгоритмом **Деревьев решений (Decision Trees)** методами регрессии и классификации

Деревья решений относятся к категории алгоритмов машинного обучения (Machine learning, ML) с учителем и используются для предсказания как непрерывных (регрессия), так и категориальных (классификация) выходных переменных. Эта функция нашего программного обеспечения делает технологию машинного обучения доступной широкому кругу пользователей.

Вы можете загрузить пример структурированного табличного файла для создания математической модели и предсказания алгоритмом Деревьев решений для регрессионного анализа: [XLSX](#) и для классификации [XLSX](#). Для импорта могут быть использованы структурированные данные из табличных файлов: **XLSX; XLS; XLSB; ODS**.

Где применяется

Анализ данных методом деревьев решений может быть применён:

- как эффективная (стоимость, время, ресурсы) альтернатива "[Планированию экспериментов](#)" для поиска оптимальных режимов входных параметров;
- для предварительной или альтернативной оценки выходных параметров, когда измерительные процедуры таких параметров проводятся дорогостоящими и/или длительными испытаниями;
- для экспертных систем поддержки принятия решений (СППР), когда решения связаны с рисками совершения ошибок человеком.

Файлы моделей данных

В нашем программном обеспечении могут быть использованы обученные математические модели Деревьев решений для библиотеки scikit-learn, созданные на других компьютерах с нашим ПО и сохранённые в файлах (*.sav).

Деревья решений методом регрессии для непрерывных величин (измерений) на входе и выходе



Рисунок 1. Окно перехода к функциям машинного обучения (Machine learning, ML). Выведен список выпадающего меню при наведении курсора мыши на пункт главного меню.

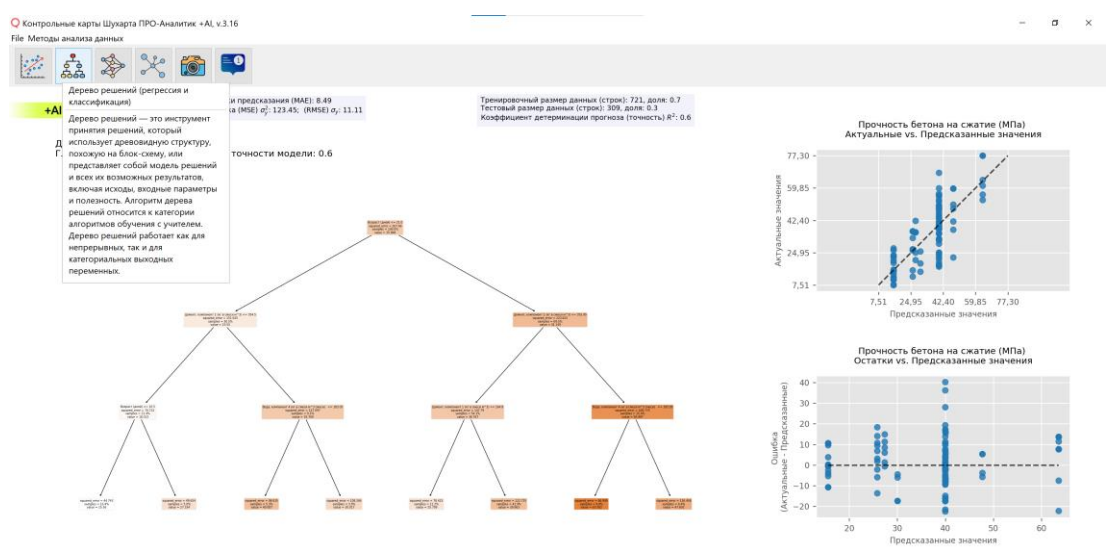


Рисунок 2. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функциям деревьев решений (регрессия и классификация).

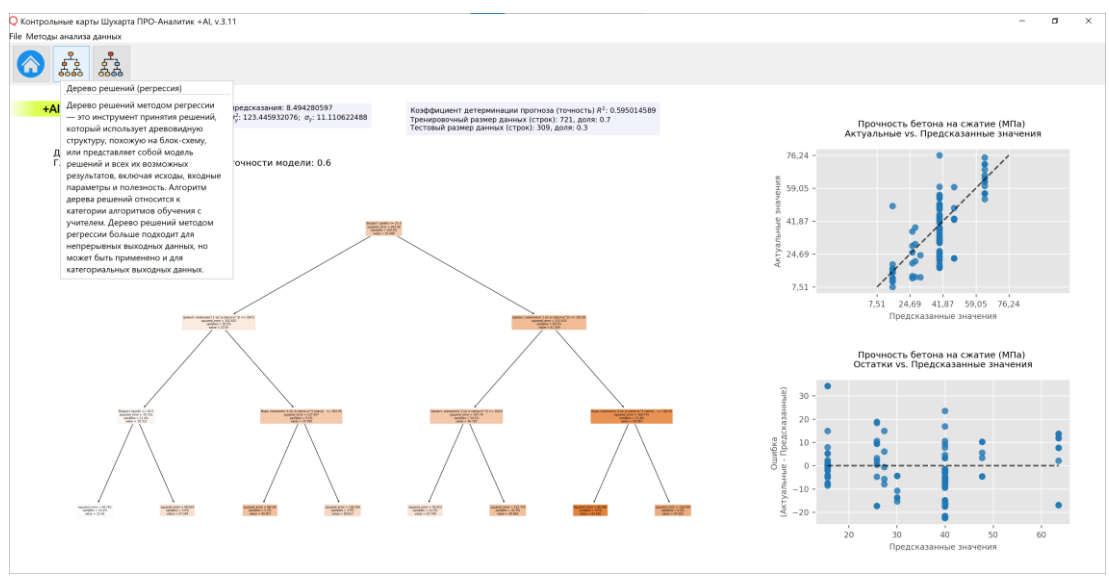


Рисунок 3. Окно перехода к функциям управления алгоритмами машинного обучения методами деревьев решений (регрессия и классификация). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления алгоритмами деревьев решений (регрессия).

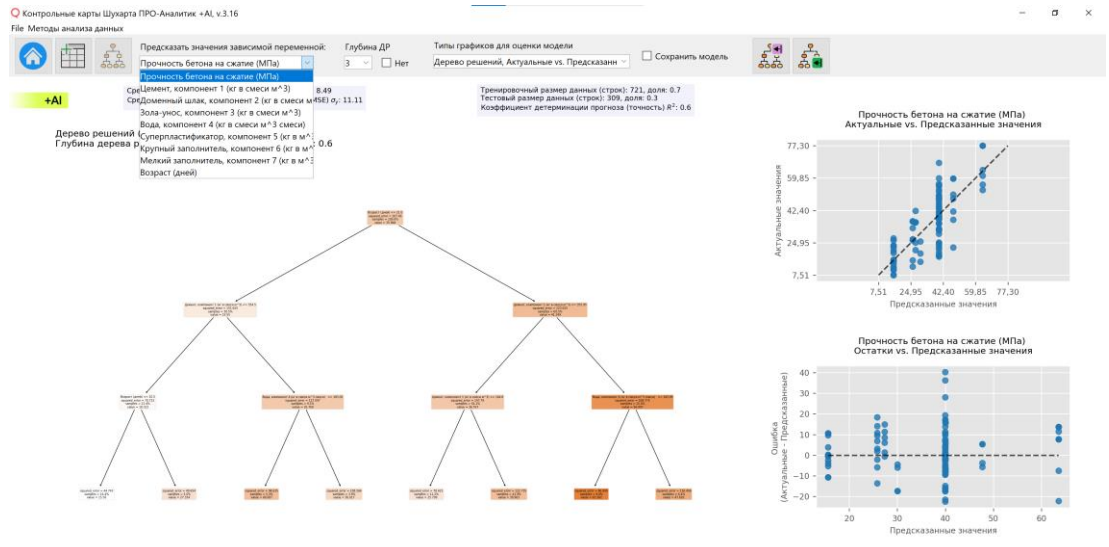


Рисунок 4. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом деревьев решений (регрессия). Открыт выпадающий список для выбора предсказываемой переменной.

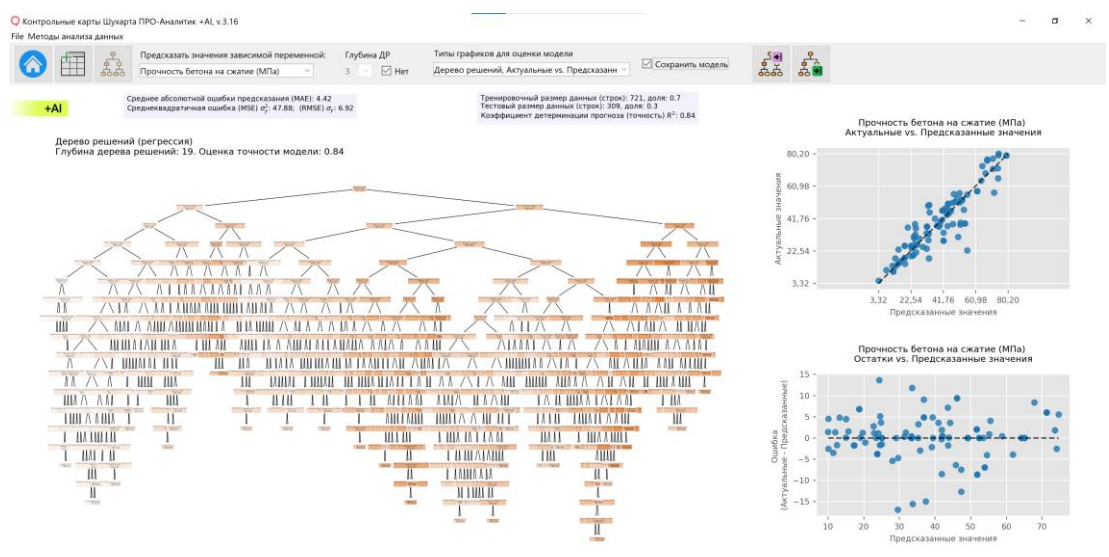


Рисунок 5. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом деревьев решений (регрессия). Установлена галочка в чекбоксе снятия ограничений на глубину дерева решений. Установлена галочка в чекбоксе для сохранения модели при изменении параметров модели в соответствующей панели приложения (SCCPython\resources\Model_AI).

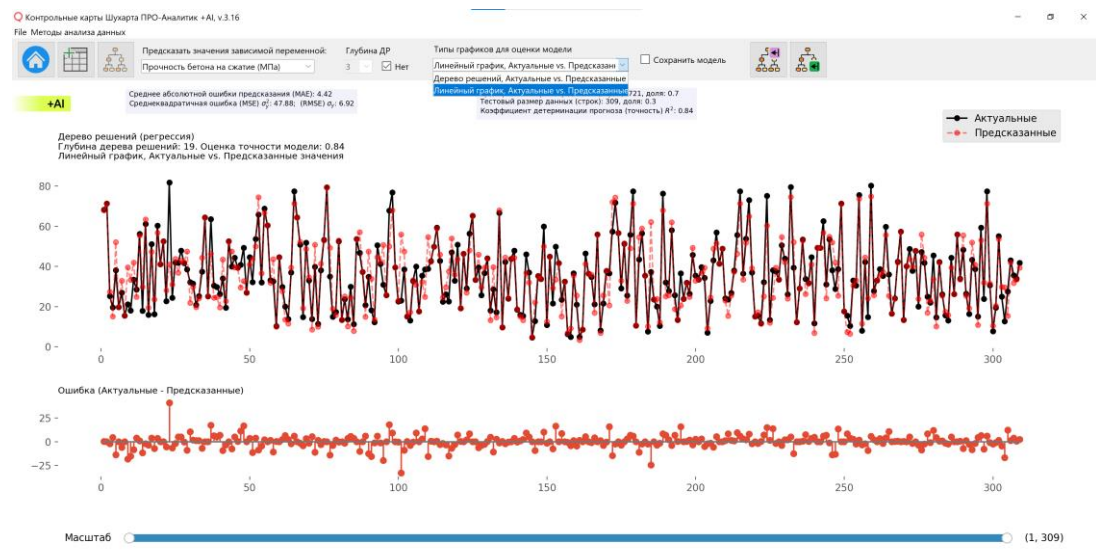


Рисунок 6. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом деревьев решений (регрессия). Открыт выпадающий список с типами графиков оценки математической модели. В области построения представлен график "Актуальные vs. Предсказанные значения" для тестового набора данных.

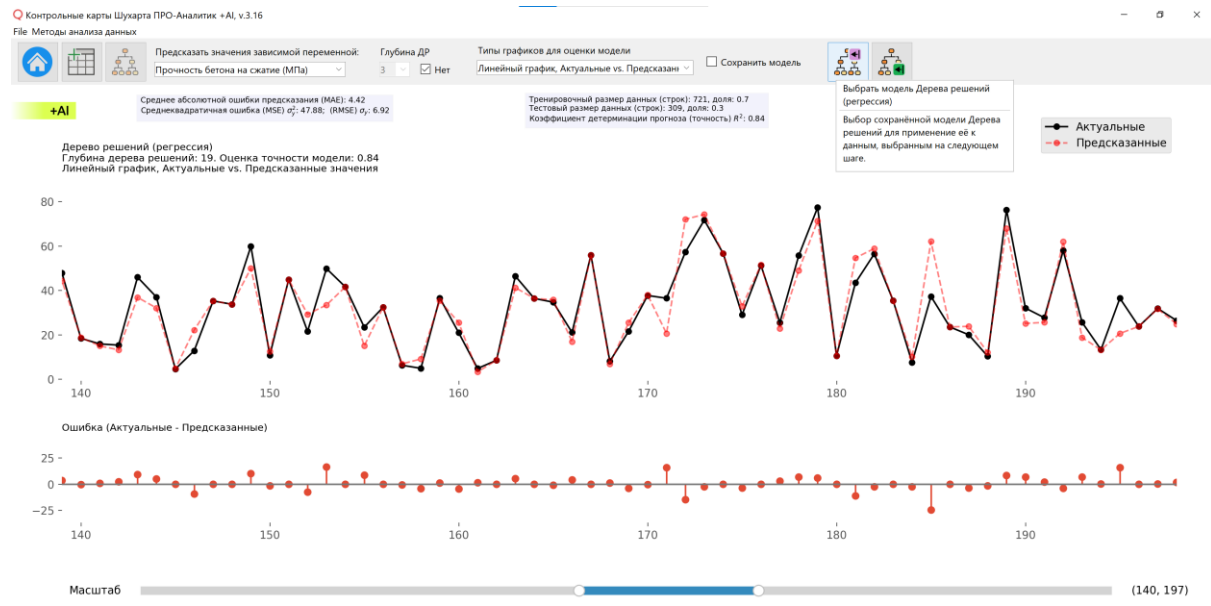


Рисунок 7. Окно функции управления применением математической модели дерева решений (регрессия). График масштабирован по оси X для отображения меньшего количества точек (от 140 до 196) с помощью инструмента "Масштаб" под графиком. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора на кнопку перехода к функции выбора обученной математической модели для её применения к новым данным, выбранным на следующих шагах.

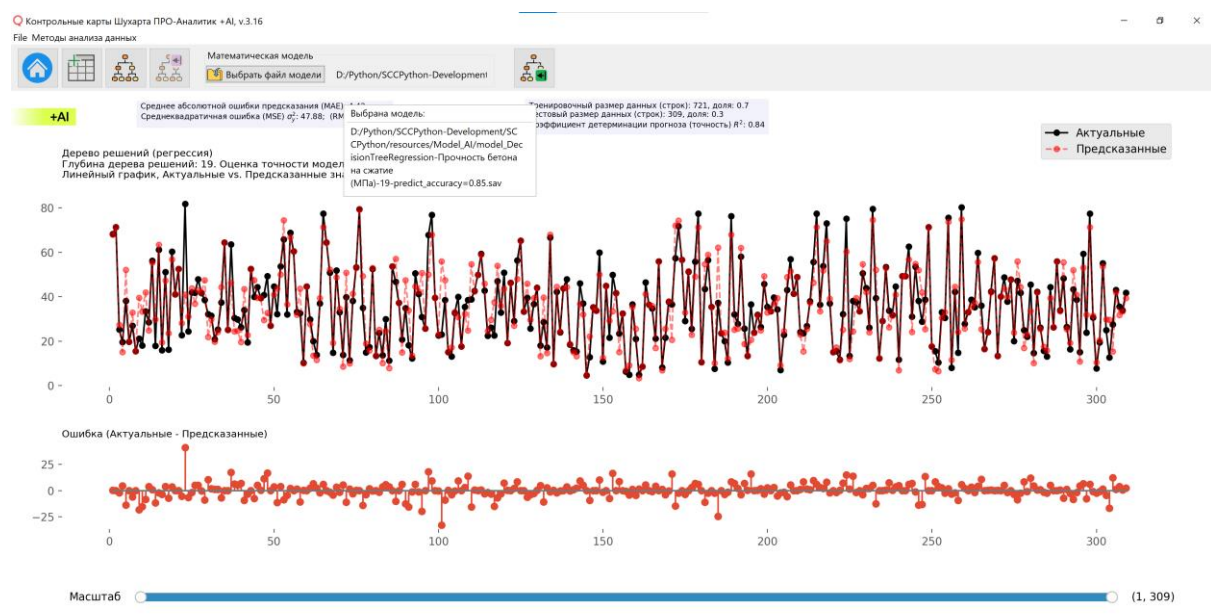


Рисунок 8. Окно функции управления выбором математической модели Деревя решений (регрессия). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора на поле с путём к выбранной обученной математической модели.

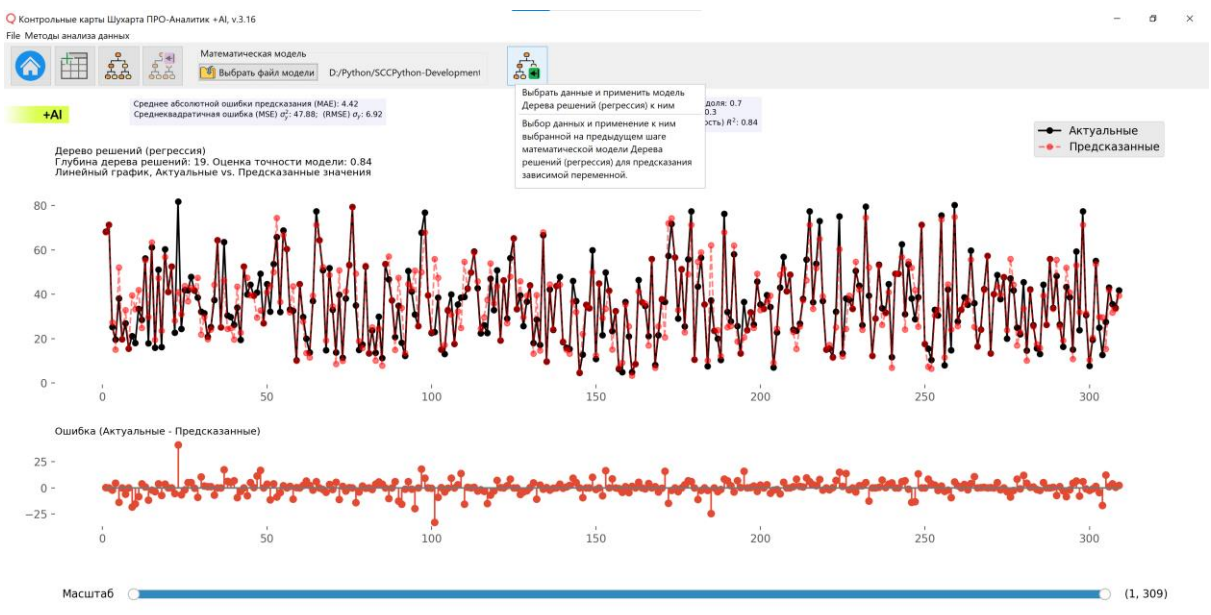


Рисунок 9. Окно функции управления выбором математической модели Дерева решений (регрессия). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора на кнопку перехода к функции выбора данных для применения их в математической модели.

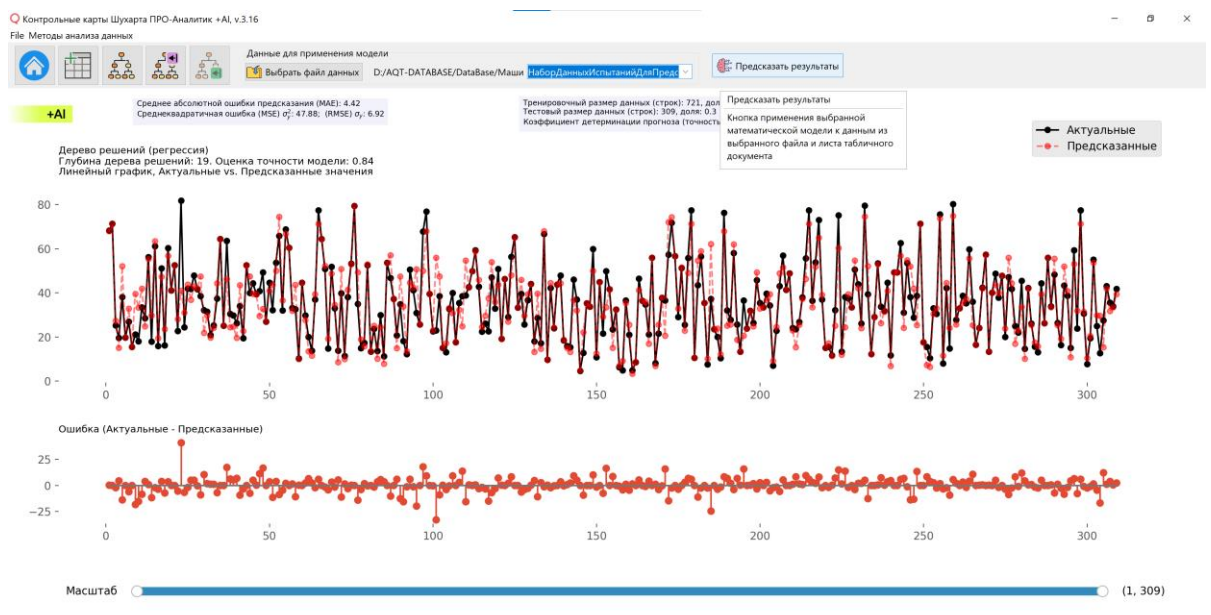


Рисунок 10. Окно функции управления выбором файла с данными и применения к ним математической модели Дерева решений (регрессия). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора на кнопку "Предсказать результаты".

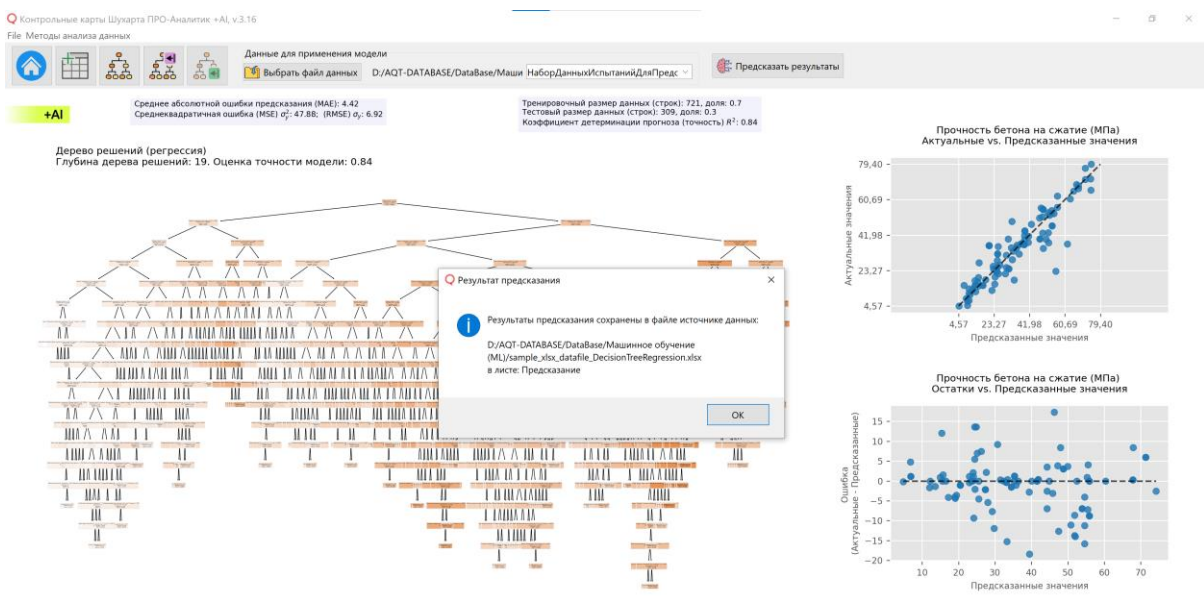


Рисунок 11. Окно функции управления применением математической модели дерева решений (регрессия) к импортированным данным. Кликом по кнопке "Предсказать результаты" осуществляется применение модели к импортируемым данным и по завершении операции открывается окно уведомления о сохранении предсказанных значений в файле Excel с исходными данными.

При наличии в импортируемых данных одного или нескольких столбцов независимых переменных с категориальными значениями, например, [мужчина, женщина], будет проведена автоматическая процедура "Горячего кодирования" для преобразования таких данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1]. Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

Причины, по которым точность математической модели методом Древа решений (регрессия) может дать низкую точность

1. Ограниченные данные: Если входные данные для модели ограничены или содержат недостаточно информации, модель может столкнуться с недостатком данных для создания точной предсказательной модели.
2. Неправильный выбор признаков: Если в модель включены неподходящие или нерелевантные признаки, это может повлиять на точность модели. Выбор правильных признаков и очистка данных от выбросов и шума очень важны для достижения высокой точности модели регрессии.
3. Недообучение: Если модель не обучена достаточно долго или недостаточно сложна для аппроксимации сложных зависимостей в данных, она может давать низкую точность предсказаний. В таких случаях может потребоваться увеличение глубины дерева решений или использование других методов машинного обучения.
4. Переобучение: Если модель имеет слишком много параметров или слишком глубокое дерево решений, она может переобучиться на тренировочных данных и показывать низкую точность предсказаний на новых данных. Один из способов борьбы с переобучением - использование регуляризации, такой как подпружинивающие или ограничивающие параметры модели.
5. Несбалансированные данные: Если обучающий набор данных содержит неравномерное количество примеров значений целевой переменной, это может привести к низкой точности модели. В таких случаях может потребоваться применение методов взвешивания примеров.
6. Шум в данных: Шум или случайные выбросы в данных могут привести к низкой точности модели регрессии. Необходимо провести предварительный анализ данных и удалить выбросы, а также применить методы для снижения влияния шума, такие как сглаживание или фильтрация данных.

Деревья решений методом классификации для непрерывных величин (измерений) на входе и категориальных данных (классов) на выходе

Пример 1. По результатам клинических анализов пациента необходимо принять решение по его диагнозу, например болен/не болен.

Пример 2. Необходимо сделать вывод о принадлежности объекта или события к конкретному классу (типу) по результатам измерений множества его характеристик (свойств).

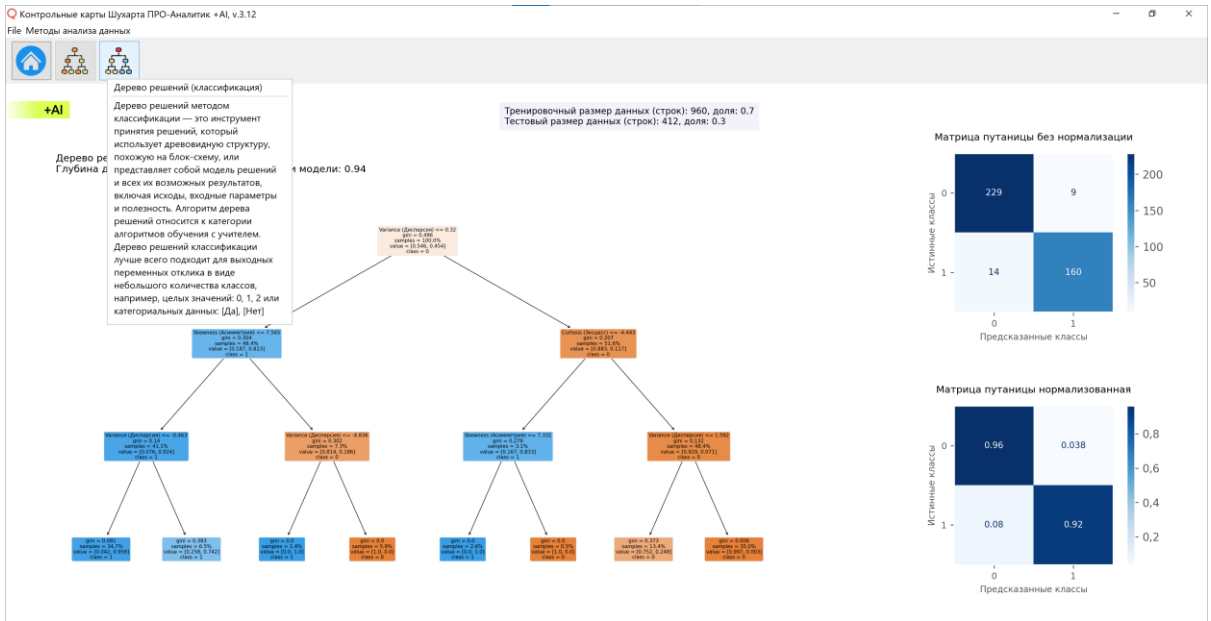


Рисунок 12. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели дерева решений (классификация). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления алгоритмами деревьев решений методом классификации.

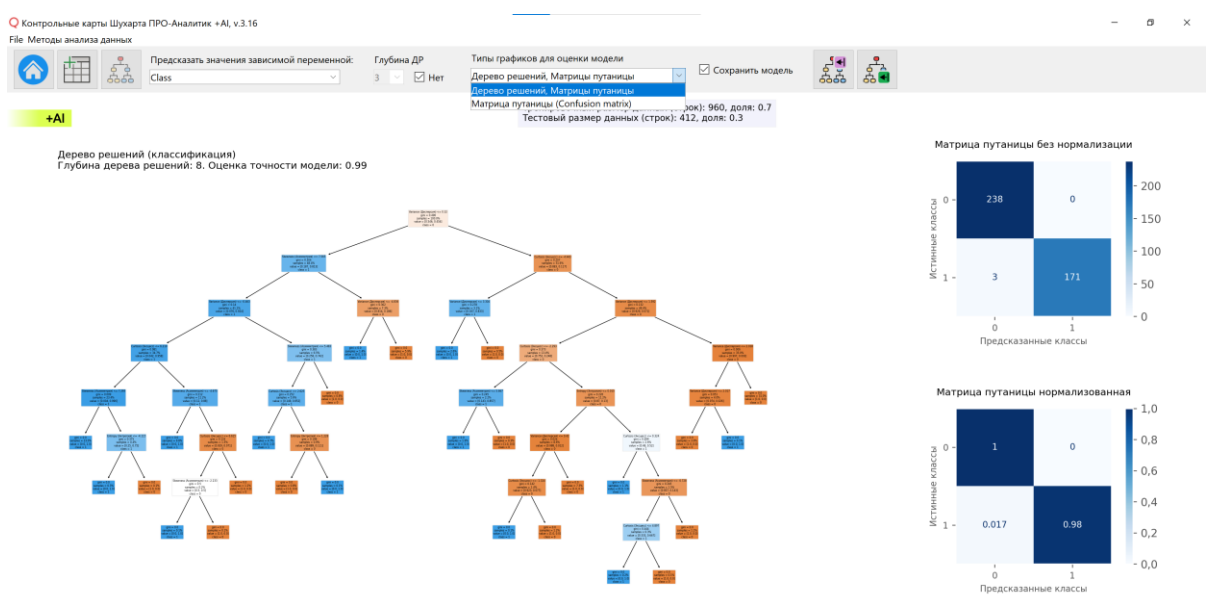


Рисунок 13. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели дерева решений (классификация). Установлена галочка в чекбоксе для снятия ограничения на глубину дерева решений. Установлена галочка в чекбоксе для сохранения модели при изменении параметров модели в соответствующей папке приложения (SCCPython\resources\Model_AI). Выведен выпадающий список с выбором типов графиков оценки обученной модели при использовании тестовых данных, которые не входили в набор данных для обучения.

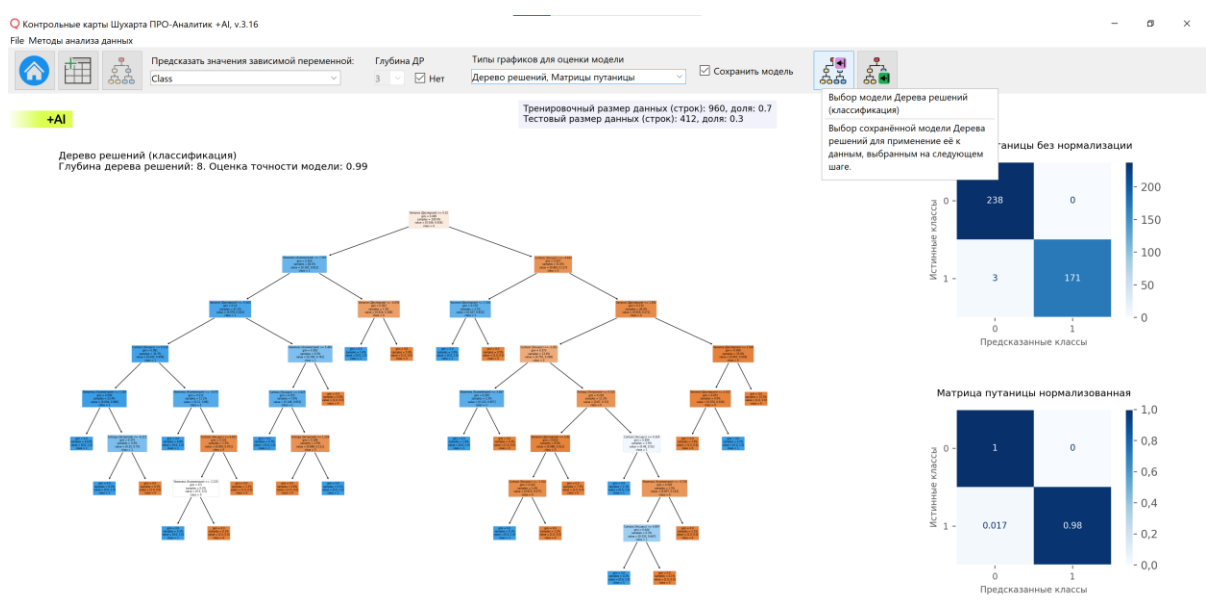


Рисунок 14. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели дерева решений (классификация) с графиками "матриц путаницы (confusion matrix)". Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления выбором обученной модели к импортируем на следующем шаге данным."

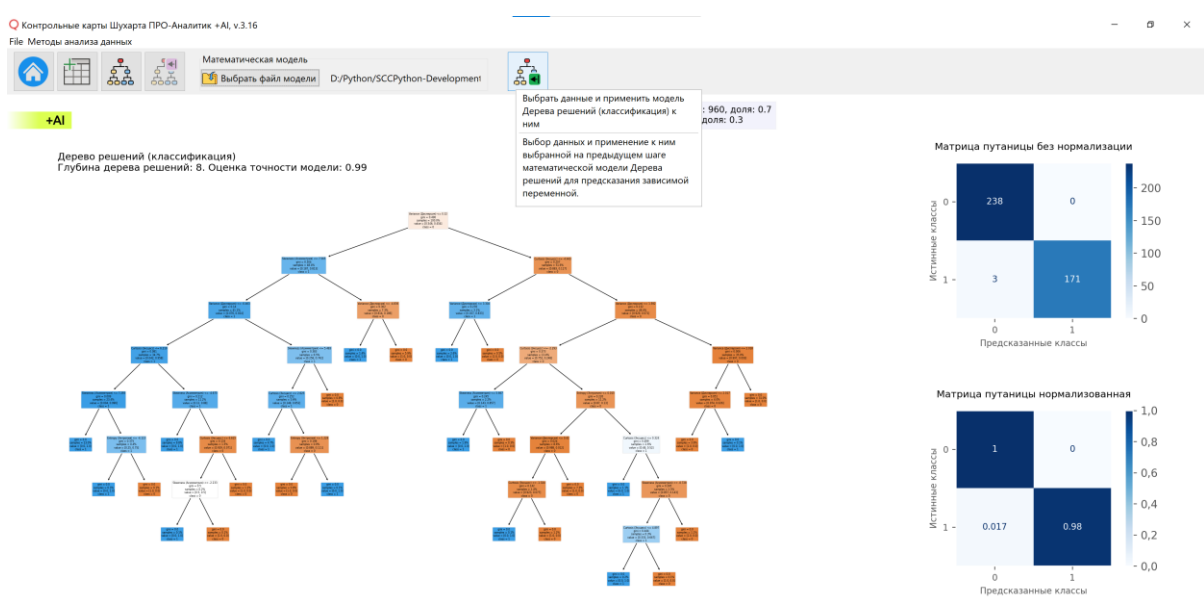


Рисунок 15. Окно функции выбора обученной математической модели Деревя решений (классификация) к выбранным пользователем данным на следующем шаге. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления выбором данных для применения к ним выбранной обученной модели.

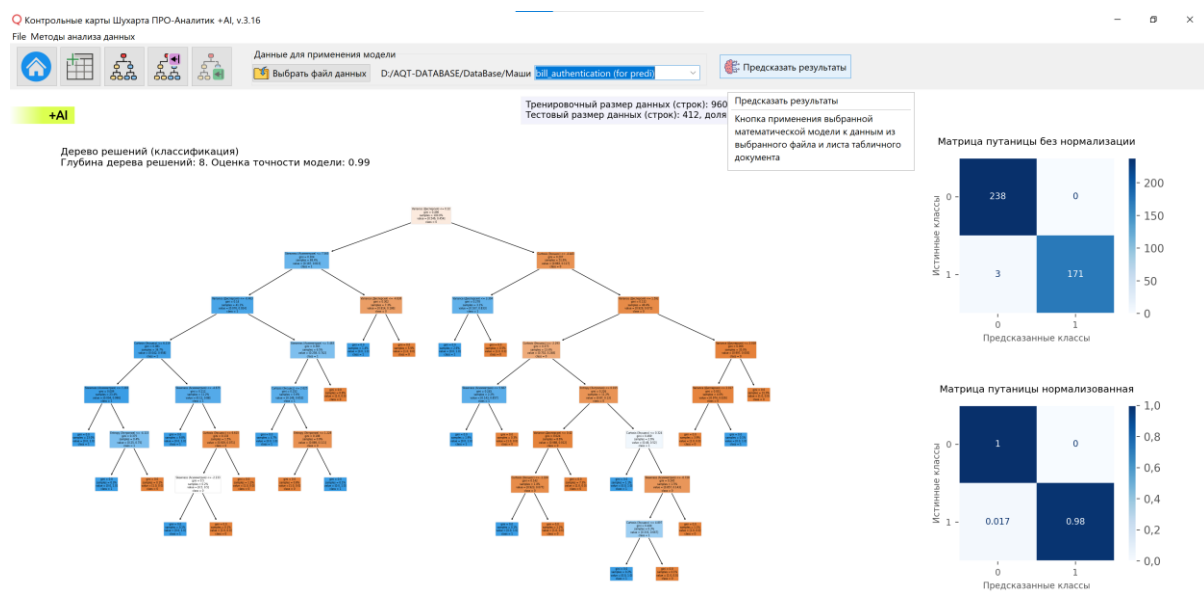


Рисунок 16. Окно функции применения обученной математической модели дерева решений (классификация) к выбранным пользователем данным. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку "Предсказать результаты".

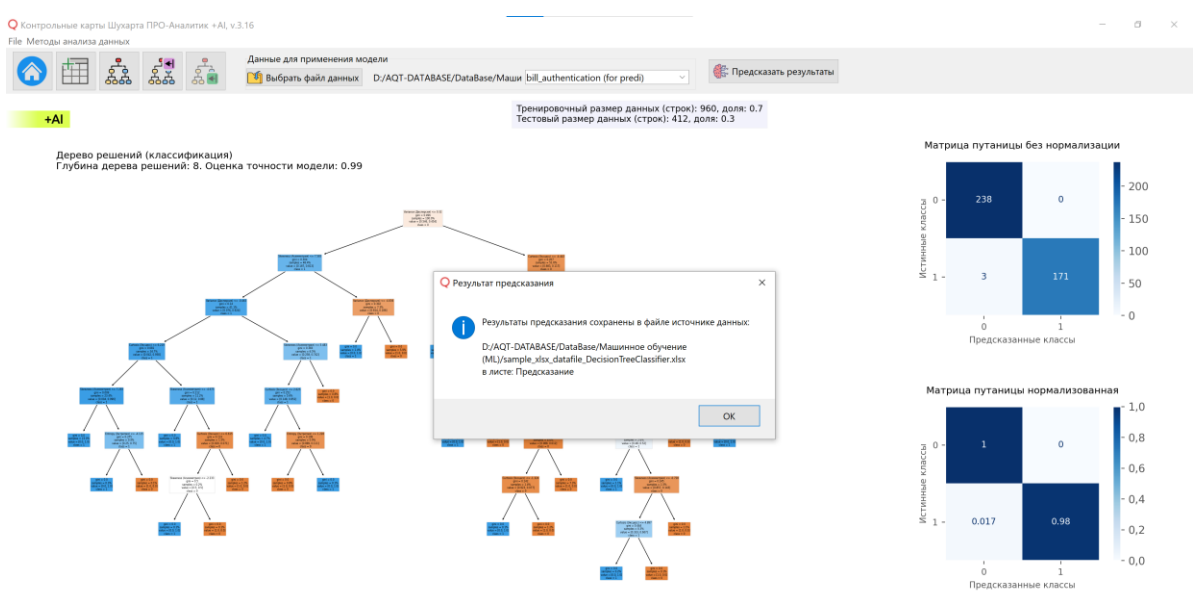


Рисунок 17. Окно функции применения обученной математической модели дерева решений (классификация) к выбранным пользователем данным. Кликом по кнопке "Предсказать результаты" осуществляется применение модели к импортируемым данным и по завершении операции открывается окно уведомления о сохранении предсказанных значений в файле Excel.



Рисунок 18. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели дерева решений (классификация). В области графика выведены матрицы путаницы крупно - второй тип графиков для Дерева решений (классификация).

При наличии в импортируемых данных одного или нескольких столбцов независимых переменных с категориальными значениями, например, [мужчина, женщина], будет проведена автоматическая процедура "Горячего кодирования" для преобразования таких данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1]. Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

Причины, по которым точность математической модели методом Древа решений (классификация) может дать низкую точность

1. Недостаточное количество данных: Если модель обучается на небольшом количестве данных, это может привести к низкой точности. Чем больше данных доступно для обучения, тем более точной может быть модель.

2. Неадекватный выбор признаков: Если неподходящие или нерелевантные признаки включены в модель, это может снизить ее точность. Важно выбрать те признаки, которые наиболее сильно коррелируют с целевой переменной для достижения высокой точности классификации.

3. Недостаточная предобработка данных: Некорректная обработка данных, такая как неправильное масштабирование или нормализация, может привести к низкой точности модели. Важно провести необходимые этапы предобработки данных, такие как очистка данных от выбросов или заполнение пропущенных значений.

4. Переобучение модели: Если модель слишком сложная или имеет слишком много параметров, она может переобучиться на тренировочных данных и показывать низкую точность на новых данных. Переобучение может быть снижено, например, с помощью ограничения глубины дерева или использования регуляризации.

5. Несбалансированность классов: Если классы в данных несбалансированы, то есть один класс преобладает над другими, модель может быть склонна предсказывать преобладающий класс и показывать низкую точность на менее представленных классах. В таких случаях применение методов балансировки классов, таких как апсэмплинг или даунсэмплинг, может улучшить точность модели.

6. Неверное выбор решающих правил: Если решающие правила, определяющие распределение классов в узлах дерева, выбраны неправильно, это может привести к низкой точности модели. Важно выбрать подходящие решающие правила, которые наиболее точно разделяют классы.

Машинное обучение (Machine learning, ML). Обучение математических моделей алгоритмом **Нейронных сетей (Neural networks)** методами регрессии и классификации

Нейронные сети — это тип алгоритма машинного обучения/глубокого обучения, который имитирует работу человеческого мозга. Они состоят из нескольких слоев нейронов, которые соединяются друг с другом и взаимодействуют друг с другом посредством функции активации. Нейронные сети используют входные слои (данные на входе), скрытые слои (содержат искусственные нейроны, обрабатывающие данные) и выходные слои (которые генерируют результат из обработанных данных). Алгоритм Нейронных сетей относится к категории алгоритмов обучения с учителем и используются для предсказания как непрерывных (регрессия), так и категориальных (классификация) выходных переменных. Эта функция нашего программного обеспечения делает технологию машинного обучения доступной широкому кругу пользователей.

Вы можете загрузить пример структурированного табличного файла для создания математической модели и предсказания алгоритмом Нейронных сетей для регрессионного анализа: [XLSX](#) и для классификации [XLSX](#). Для импорта могут быть использованы структурированные данные из табличных файлов: **XLSX**; **XLS**; **XLSB**; **ODS**.

Где применяется

Анализ данных методом нейронных сетей может быть применён:

- как эффективная (стоимость, время, ресурсы) альтернатива "[Планированию экспериментов](#)" для поиска оптимальных режимов входных параметров;
- для предварительной или альтернативной оценки выходных параметров, когда измерительные процедуры таких параметров проводятся дорогостоящими и/или длительными испытаниями;
- для экспертных систем поддержки принятия решений (СППР), когда решения связаны с рисками совершения ошибок человеком.

Файлы моделей данных

В нашем программном обеспечении могут быть использованы обученные математические модели Деревьев решений для библиотеки scikit-learn, созданные на других компьютерах с нашим ПО и сохранённые в файлах (*.sav).

Нейронные сети методом регрессии для непрерывных величин (измерений) на входе и выходе



Рисунок 1. Окно перехода к функциям машинного обучения (Machine learning, ML). Выведен список выпадающего меню при наведении курсора мыши на пункт главного меню.

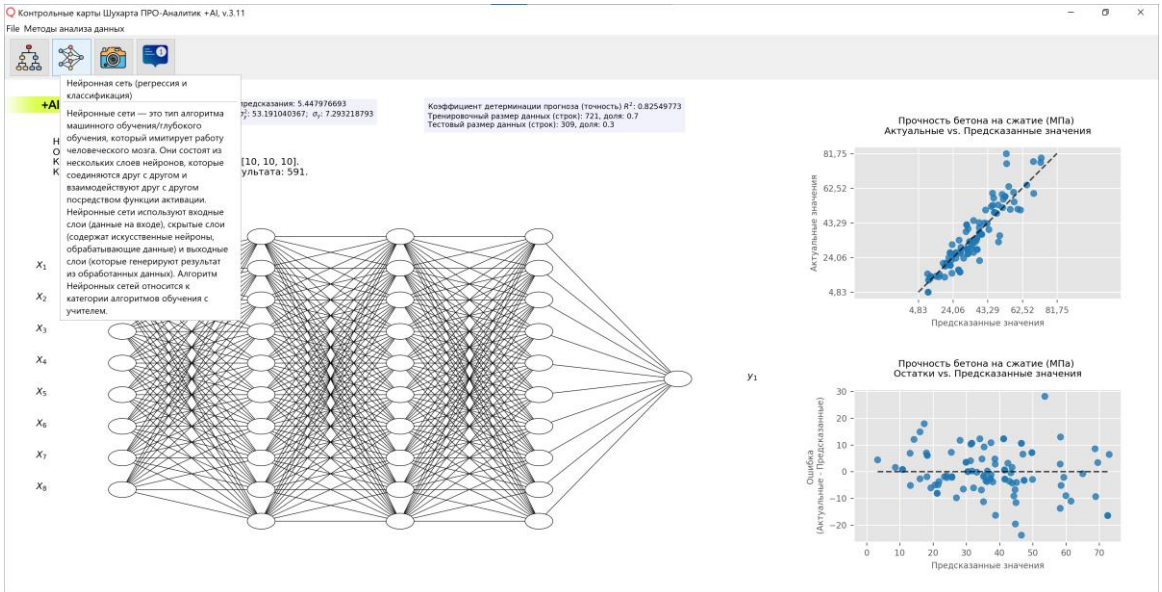


Рисунок 2. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функциям нейронных сетей (регрессия и классификация).

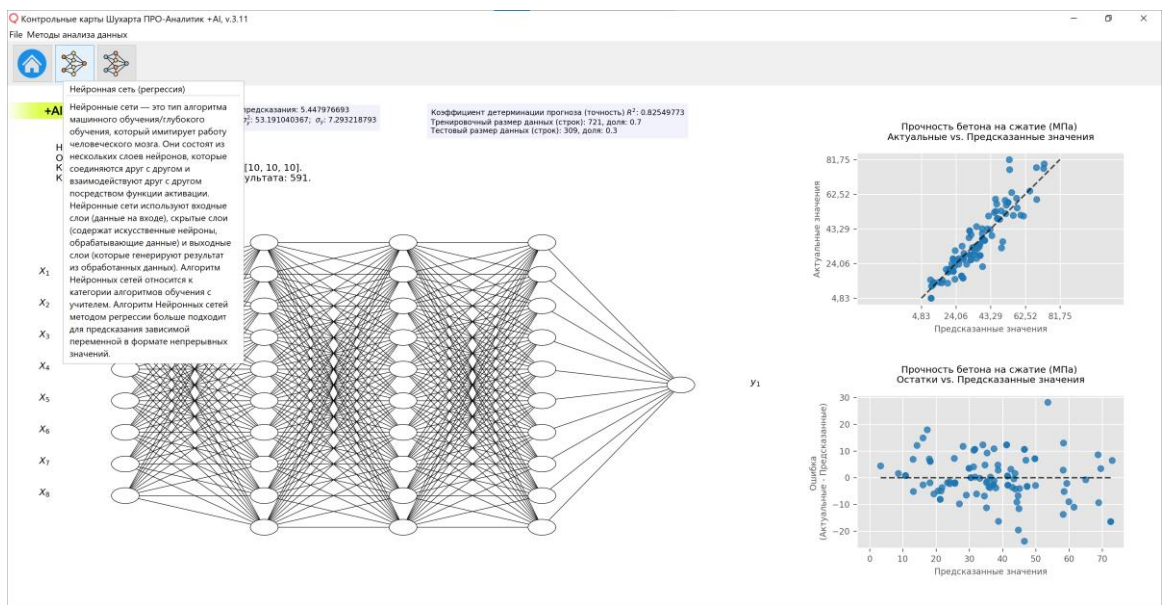


Рисунок 3. Окно перехода к функциям управления алгоритмами машинного обучения методами нейронных сетей (регрессия и классификация). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления алгоритмами нейронных сетей (регрессия).

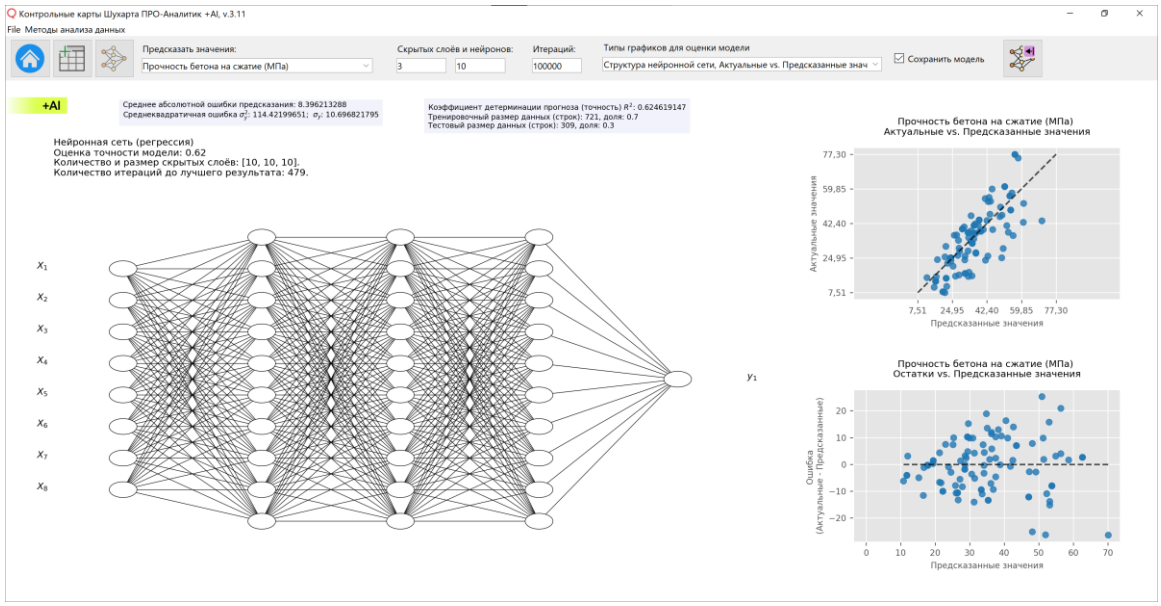


Рисунок 4. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом нейронных сетей (регрессия). Выбрана предсказываемая переменная. Установлены значения по умолчанию: количество скрытых слоёв и количество нейронов в каждом скрытом слое, количество итераций (эпох). Установлена галочка в чекбоксе для сохранения модели в соответствующей папке приложения (SCCPython\resources\Model_AI). Над схемой нейронной сети выведены значения характеристик и показателей точности обученной математической модели. В области построения представлен график "Схема нейронной сети, Актуальные vs. Предсказанные значения".

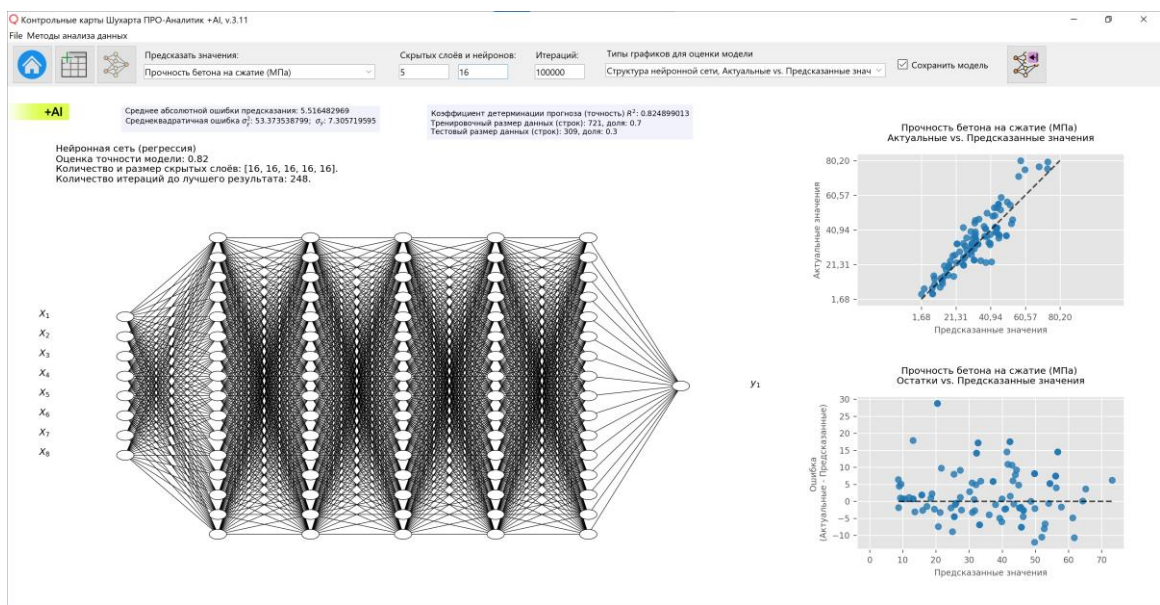


Рисунок 5. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом нейронной сети (регрессия). По клику курсором мыши открыт выпадающий список с выбором графиков оценки модели нейронной сети.

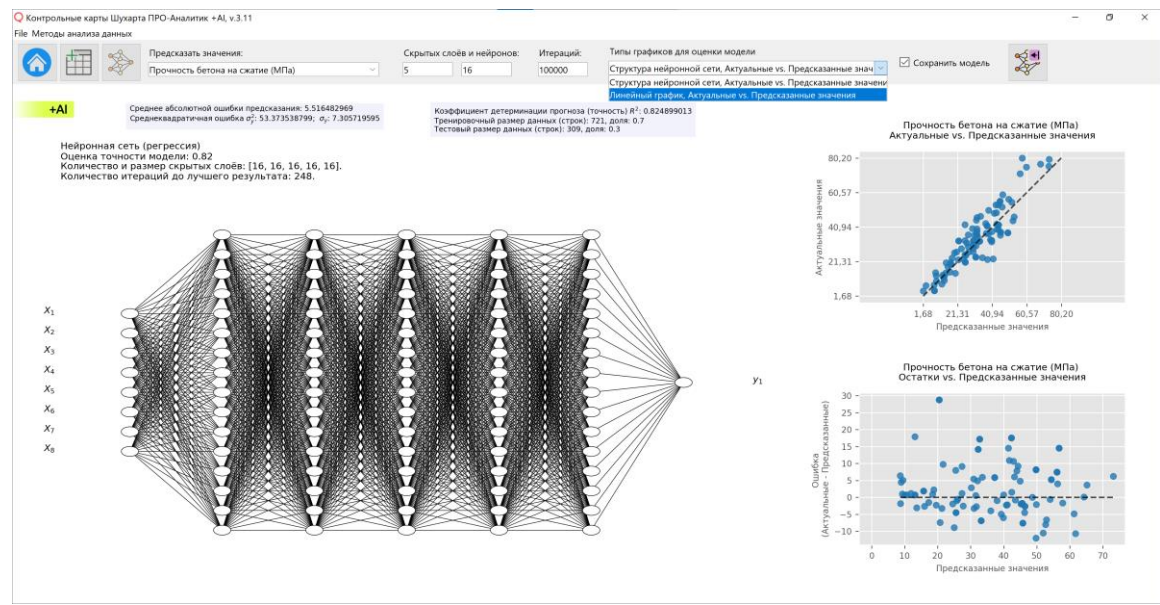


Рисунок 6. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом нейронной сети (регрессия). Открыт выпадающий список с типами графиков оценки математической модели.

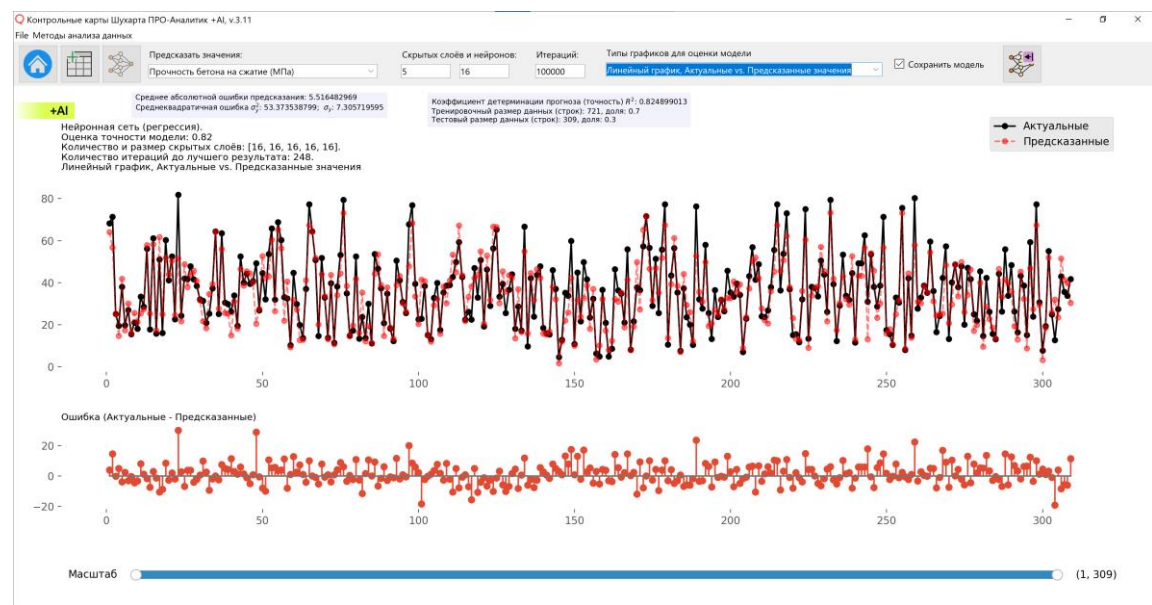


Рисунок 7. Окно функции управления алгоритмом машинного обучения методом нейронной сети (регрессия). В области построения представлен график "Актуальные vs. Предсказанные значения" для тестового набора данных.

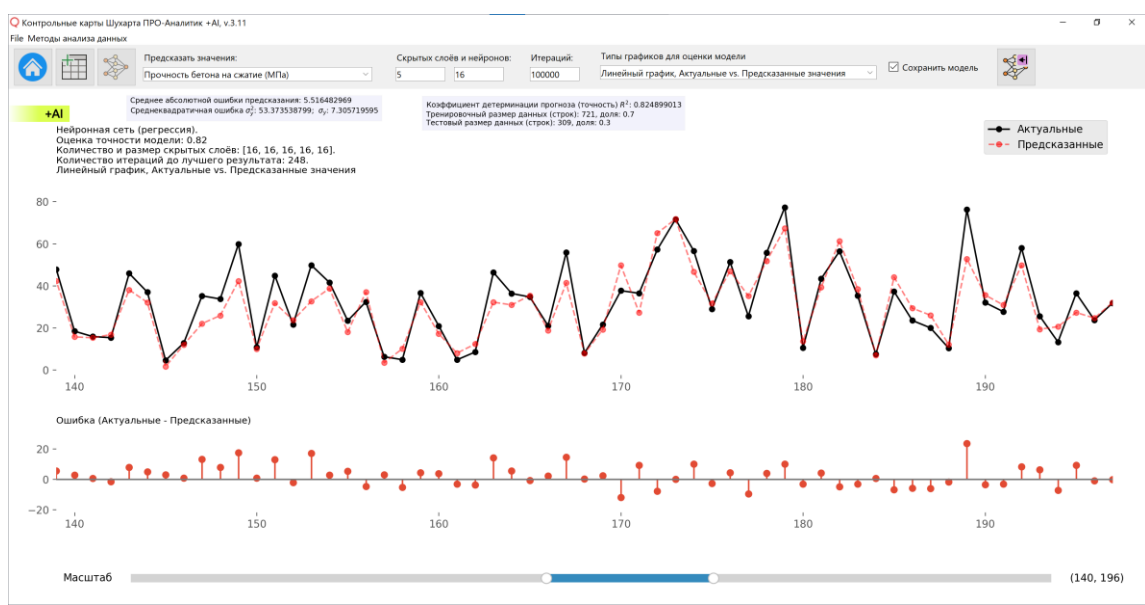


Рисунок 8. Окно функции управления применением математической модели нейронной сети (регрессия). В области построения представлен график "Актуальные vs. Предсказанные значения" для тестового набора данных. График масштабирован по оси X для отображения меньшего количества точек (от 140 до 196) с помощью инструмента "Масштаб" под графиком.

Функция загрузки файла с сохранённой математической моделью нейронной сети (регрессия) и её применение к вашим данным для предсказания, аналогична функции, описанной на странице [Деревьев решений \(регрессия\)](#).

При наличии в импортируемых данных одного или нескольких столбцов независимых переменных с категориальными значениями, например, [мужчина, женщина], будет проведена автоматическая процедура "Горячего кодирования" для преобразования таких данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1]. Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

Причины, по которым точность математической модели методом Нейронной сети (регрессия) может дать низкую точность

Смотрите на следующей странице

Причины, по которым точность математической модели методом Нейронной сети (регрессия) может дать низкую точность

1. Ограниченный объем данных: Если у вас есть ограниченное количество данных для обучения модели, нейронная сеть может не иметь достаточного количества информации для создания точной модели. Большие и разнообразные данные часто необходимы для обучения нейронной сети с высокой точностью.

2. Неподходящая архитектура сети: Выбор подходящей архитектуры нейронной сети очень важен. Если выбранная архитектура нейронной сети не соответствует специфическому набору данных или проблеме регрессии, это может привести к низкой точности модели. Необходимо провести эксперименты с различными типами слоев, количеством скрытых единиц и структурой сети для достижения лучших результатов.

3. Недостаточно обучения: Обучение нейронной сети может быть сложным процессом, требующим достаточного числа эпох и грамотной настройки гиперпараметров. Если модель не обучена в течение достаточного количества эпох или с неправильно выбранными гиперпараметрами, это может привести к низкой точности модели.

4. Переобучение: Нейронная сеть может столкнуться с проблемой переобучения, если обучающая выборка слишком мала, а модель имеет слишком много параметров. Это может привести к плохой обобщающей способности модели и низкой точности на новых данных. При переобучении рекомендуется использовать методы регуляризации, такие как снижение скорости обучения или введение ограничений на норму весов.

5. Некорректная предобработка данных: Некорректная предобработка данных, такая как масштабирование, нормализация или обработка выбросов, может существенно влиять на точность модели нейронной сети. Необходимо тщательно анализировать и подготавливать данные перед обучением модели.

6. Несбалансированные данные: Если ваш набор данных содержит неравномерное количество примеров разных значений целевой переменной, это может привести к низкой точности модели. В таких случаях можно применить техники взвешивания примеров.

7. Проблемы с выборкой данных: Если данные выбраны случайным образом или некорректно, это может привести к низкой точности модели. Важно тщательно выбирать данные, чтобы они были репрезентативными для задачи регрессии.

Нейронные сети методом классификации для непрерывных величин (измерений) на входе и категориальных данные (классов) на выходе

Пример 1. По результатам клинических анализов пациента необходимо принять решение по его диагнозу, например болен/не болен.

Пример 2. Необходимо сделать вывод о принадлежности объекта или события к конкретному классу (типу) по результатам измерений множества его характеристик (свойств).

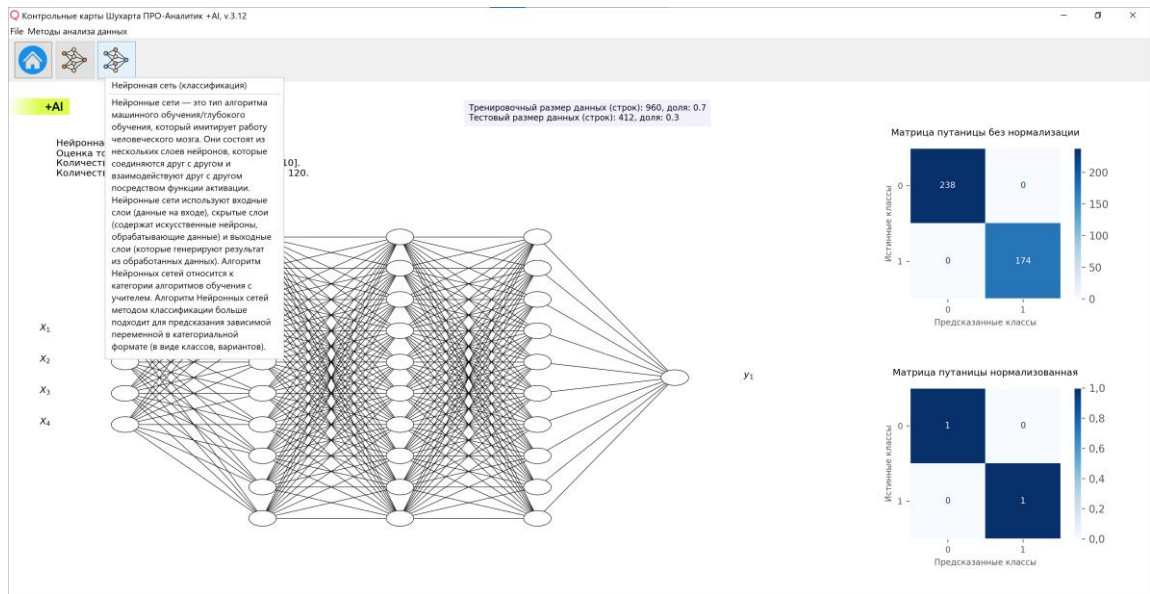


Рисунок 9. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели нейронной сети (классификация). Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления алгоритмами нейронных сетей методом классификации.

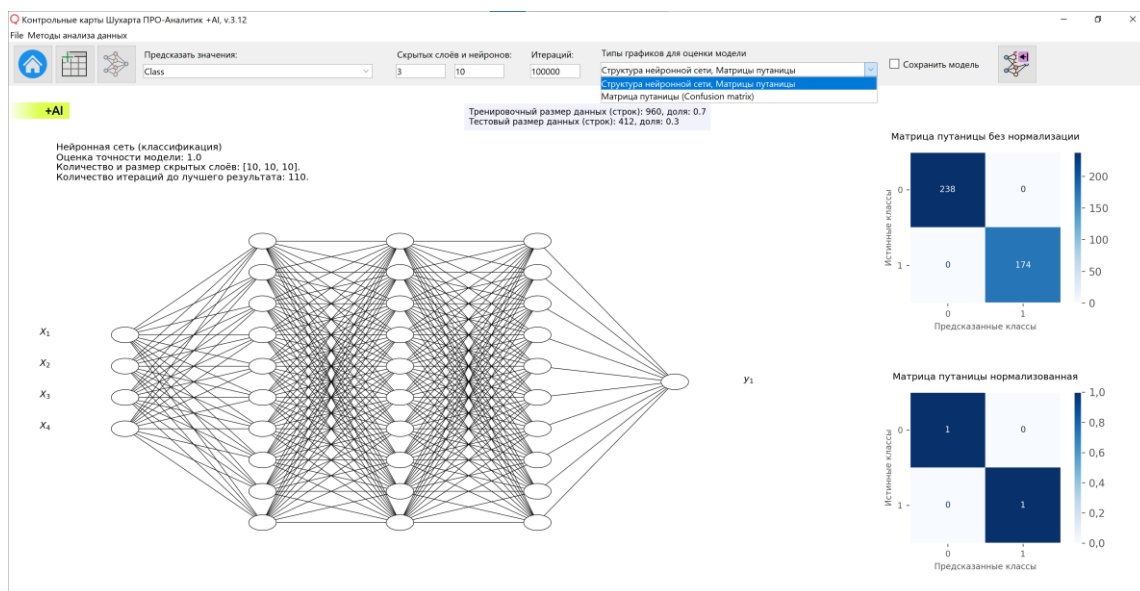


Рисунок 10. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели нейронной сети (классификация). Выбрана предсказываемая категориальная переменная (переменная классов). Установлены значения по умолчанию: количество скрытых слоёв и количество нейронов в каждом скрытом слое, количество итераций (эпох). Установлена галочка в чекбоксе для сохранения модели в соответствующей папке приложения (SCCPython\resources\Model_AI). Над схемой нейронной сети выведены значения характеристик и показателей точности обученной математической модели. В области построения представлен график "Схема нейронной сети, Актуальные vs. Предсказанные значения".



Рисунок 11. Окно функции управления обучением и оценкой математической модели нейронной сети (классификация) с графиками "матриц путаницы (confusion matrix)".

Функция загрузки файла с сохранённой математической моделью нейронной сети (классификация) и её применение к вашим данным для предсказания, аналогична функции, описанной на странице [Деревьев решений \(классификация\)](#).

При наличии в импортируемых данных одного или нескольких столбцов независимых переменных с категориальными значениями, например, [мужчина, женщина], будет проведена автоматическая процедура "Горячего кодирования" для преобразования таких данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1]. Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

Причины по которым точность математической модели методом Нейронной сети (классификация) может дать низкую точность

1. Недостаточное количество данных: Если модель обучается на небольшом объеме данных, это может привести к низкой точности. Чем больше данных доступно для обучения, тем более точной может быть модель.
2. Неправильная архитектура нейронной сети: Выбор подходящей архитектуры нейронной сети имеет важное значение. Несоответствие архитектуры данным или задаче классификации может сказаться на точности модели.
3. Неправильно подобранные гиперпараметры: Нейронные сети имеют множество гиперпараметров, которые нужно правильно настроить. Неправильный выбор гиперпараметров может привести к низкой точности модели.
4. Использование некорректных признаков: Выбор правильных и релевантных признаков также важен. Использование неподходящих или нерелевантных признаков может снизить точность классификации.
5. Неправильная предобработка данных: Некорректная предобработка данных может влиять на точность модели нейронной сети. Это может включать в себя неправильное масштабирование, нормализацию или обработку выбросов.
6. Неправильный выбор функции потерь: Функция потерь нейронной сети должна быть подходящей для конкретной задачи классификации. Неправильный выбор функции потерь может повлиять на точность модели.

Машинное обучение (Machine learning, ML). Кластеризация BIRCH, Gaussian Mixture

Кластеризация – это метод машинного обучения, который используется для группировки похожих или однородных экземпляров в отдельные кластеры данных. Этот метод используется в задачах машинного обучения без учителя.

Вы можете загрузить пример структурированного табличного файла для алгоритмов кластеризации: [XLSX](#).

*Для импорта могут быть использованы структурированные данные из табличных файлов: **XLSX**; **XLS**; **XLSB**; **ODS**.*

Где может быть применено

Пример 1. Собранные отделом маркетинга данные о покупках клиентов позволяют понять есть ли сходство между покупателями. Эти сходства делят клиентов на группы (кластеры), а наличие групп клиентов помогает в таргетинге кампаний, рекламных акций, конверсий и построении лучших отношений с клиентами.

Пример 2. Выделение наиболее однородных групп по качественным показателям смеси компонентов на основании количественных или качественных показателей каждого из компонентов в смеси.

Пример 3. Выделение наиболее однородных групп по качественным или количественным показателям готовой продукции на основании различных технологических режимов производства.

Пример 4. Выделение нетипичных объектов, которые не удаётся присоединить ни к одному из кластеров.

Кластеризация BIRCH

Кластеризация BIRCH (англ. *balanced iterative reducing and clustering using hierarchies*) - сбалансированное итеративное сокращение и кластеризация с помощью иерархий.

Для кластерного анализа алгоритмом BIRCH требуются данные с метрическими атрибутами. Метрический атрибут — это атрибут, значения которого могут быть представлены явными координатами в евклидовом пространстве (без категориальных переменных).



Рисунок 1. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функциям кластеризации алгоритмами BIRCH и Gaussian Mixture.

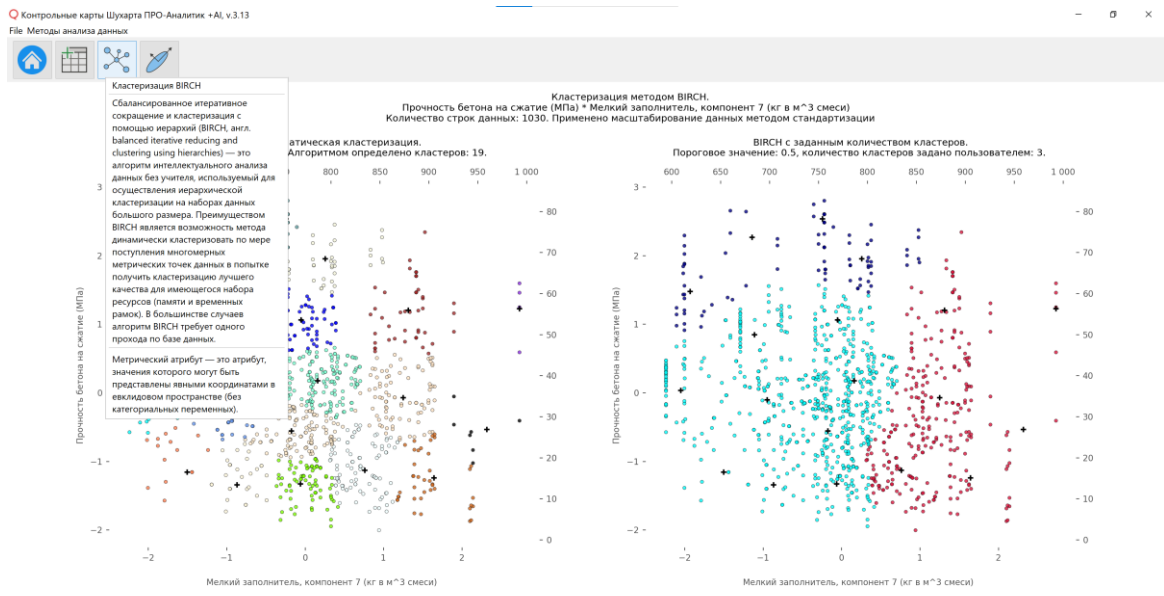


Рисунок 2. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функции кластеризации алгоритмом BIRCH.

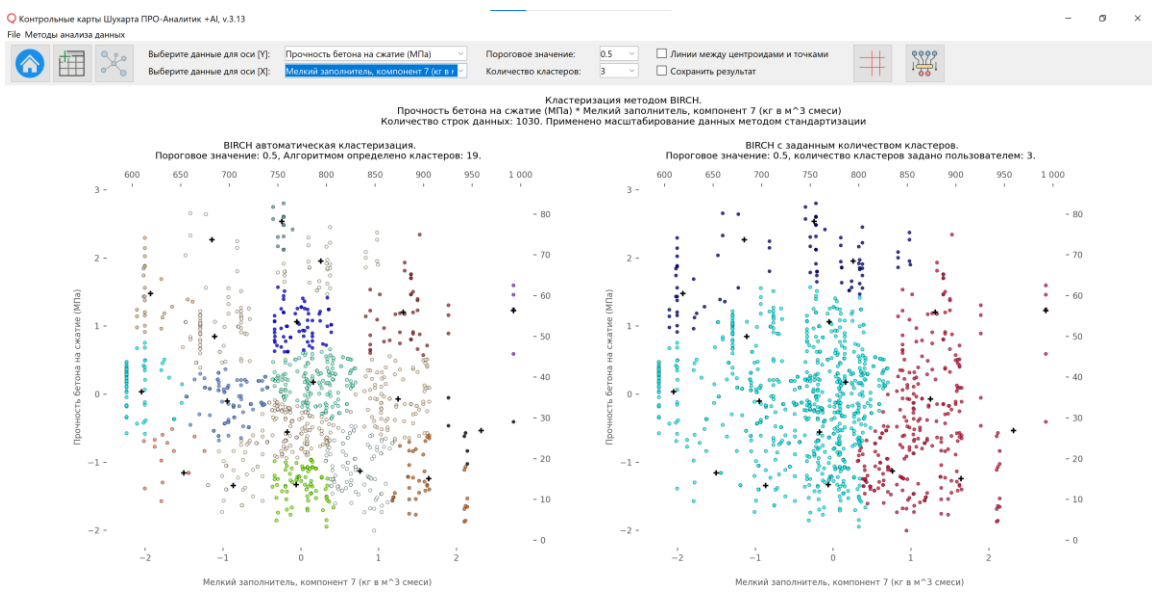


Рисунок 3. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Выбраны меры метрических атрибутов точек, установлены значения [Порогового значения] и [Количества кластеров], снята галочка в чекбоксе [Сохранить результаты]. Чёрными крестиками отображены центроиды — центры тяжести кластеров.

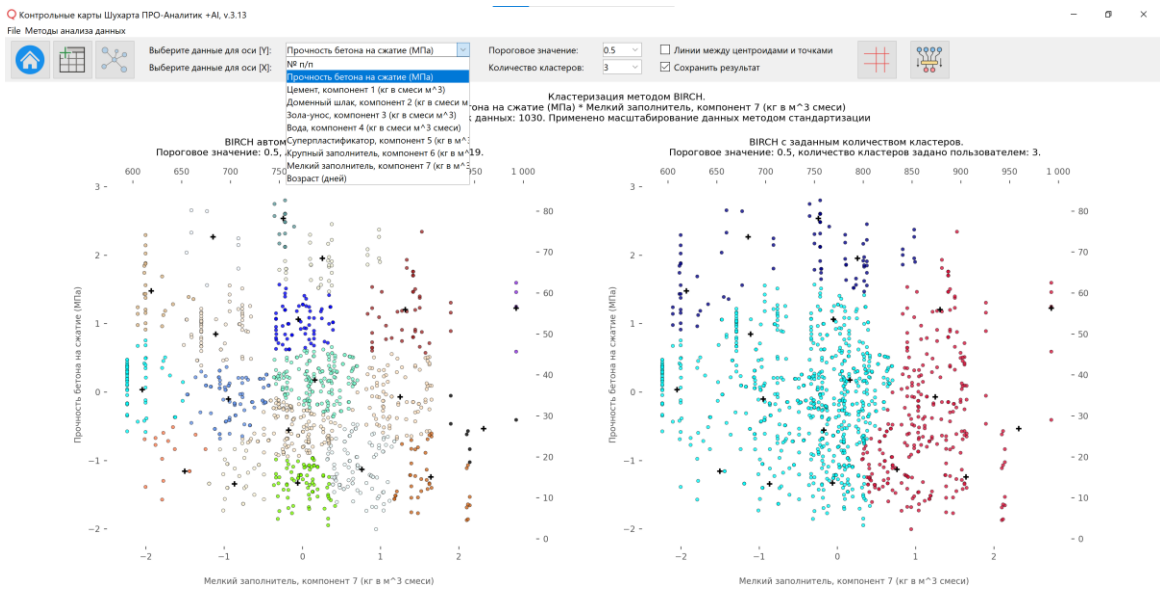


Рисунок 4. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Выведен выпадающий список мер, для отражения по оси [Y]. Установлена галочка в чекбоксе [Сохранить результаты].

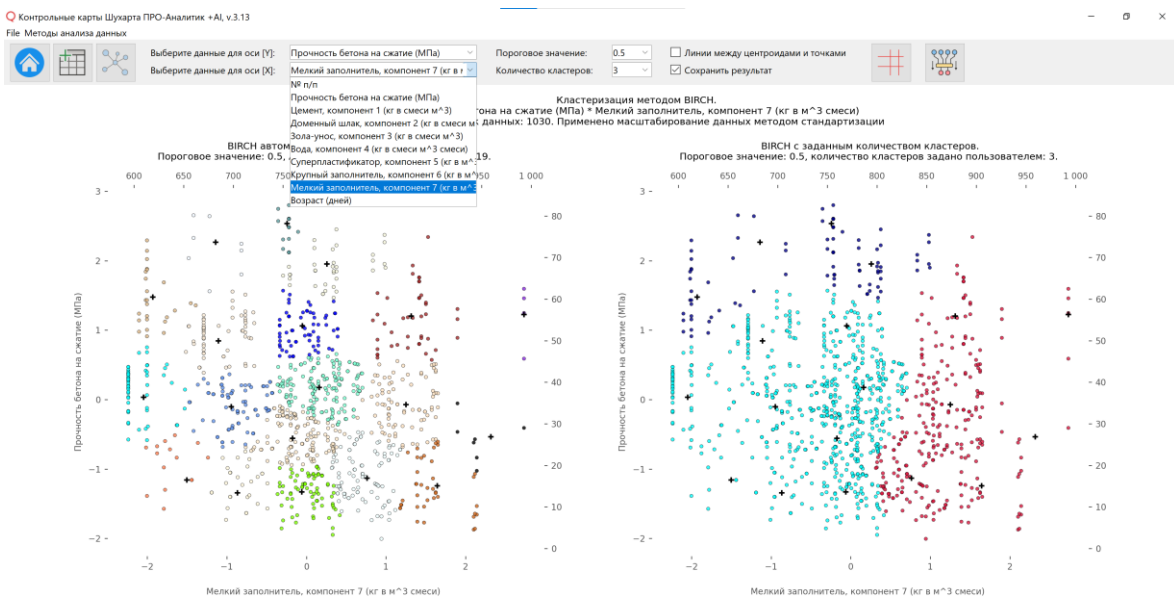


Рисунок 5. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Выведен выпадающий список мер, для отражения по оси [X].

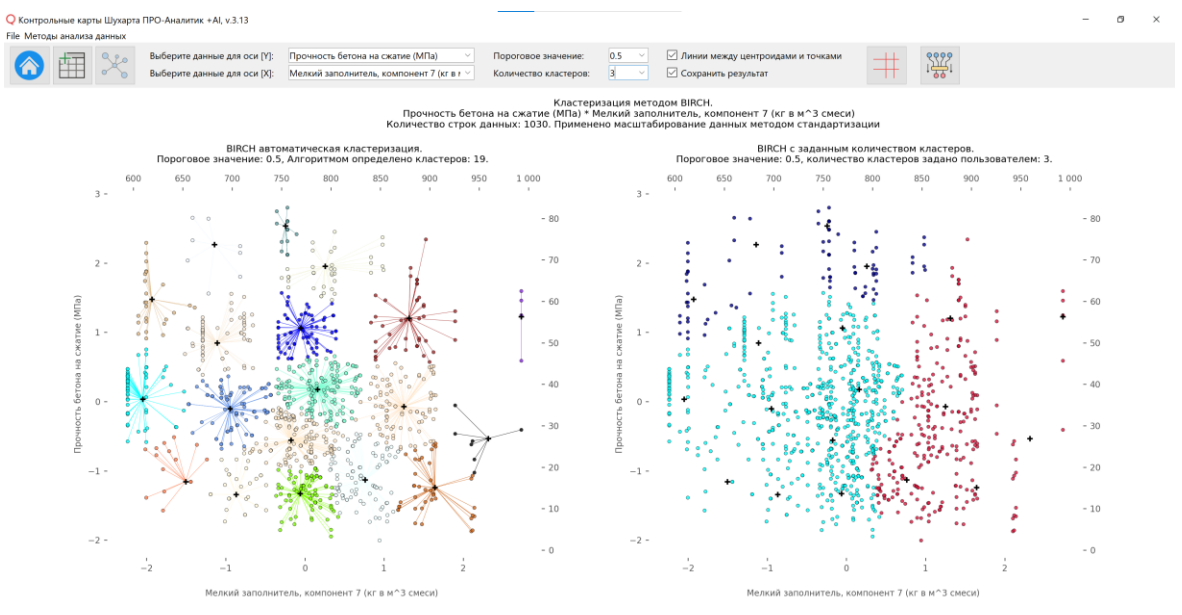


Рисунок 6. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Установлена галочка в чекбоксе [Линии между центроидами и точками].



Рисунок 7. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Выведено сообщение о сохранении присвоенных кодов кластеров парам данных (X и Y) в исходном файле на листе "BIRCH". В наименовании столбцов присвоенных кластеров сохраняется наименование метода кластеризации, автоматическое определение кластеров или определено пользователем, наименования пары мер и показателей [Порогового значения] и [Количества кластеров], выбранных пользователем.

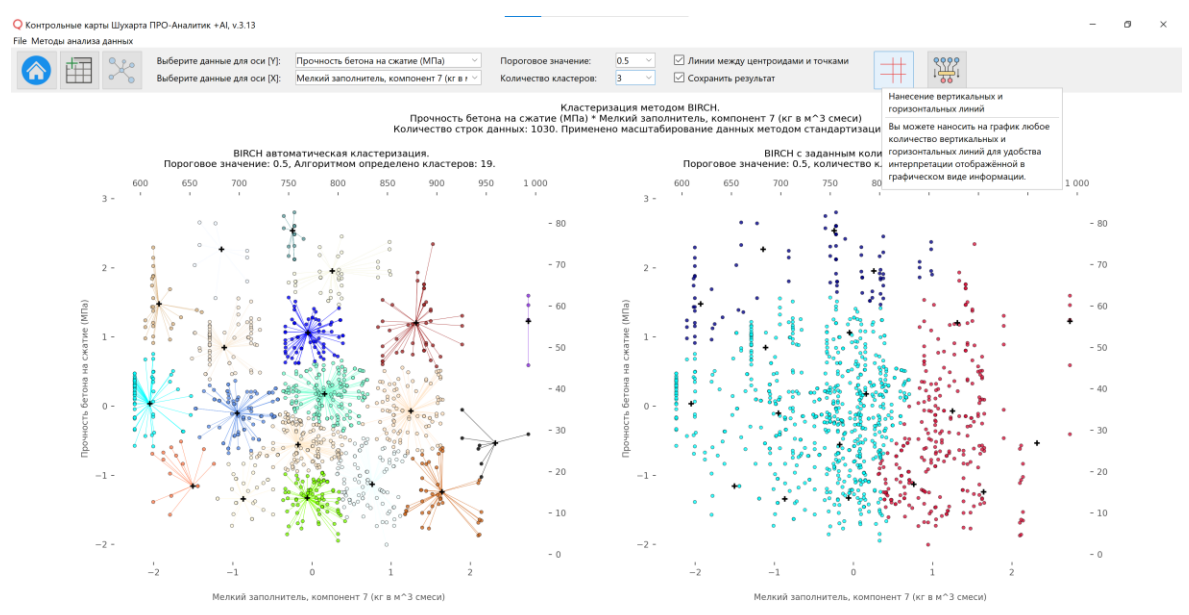


Рисунок 8. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функции нанесения вертикальных и горизонтальных линий на графики.



Рисунок 9. Окно функций машинного обучения (Machine learning, ML) - Кластеризация алгоритмом BIRCH. Окно вспомогательной функции нанесения вертикальных и горизонтальных линий на графики. Введены две вертикальные линии с именами и одна горизонтальная. Вы можете выводить любое количество линий с подписями (имя-значение). Можно изменять значение любой выбранной в списке линии. Можно удалять любую выбранную в выпадающем списке линию или все линии сразу.

Причины, по которым качество математической модели методом кластеризации BIRCH может быть недостаточным

1. Неоптимальная настройка гиперпараметров: Кластеризация BIRCH имеет гиперпараметры, такие как пороговые значения и радиусы кластеров, которые необходимо настроить. Неправильный выбор гиперпараметров может привести к плохому качеству модели.
2. Неточность и несоответствие данных: Качество кластеризации BIRCH может быть низким, если данные содержат шум или выбросы, которые могут нарушить границы и структуру кластеров.
3. Незаданный или неправильно выбранный критерий сходства: Качество кластеризации BIRCH может зависеть от выбора или настройки критерия сходства. Неправильный выбор критерия сходства может привести к недостаточно точной кластеризации.
4. Неправильное масштабирование данных: Если данные имеют различные диапазоны значений или различные единицы измерения, неправильное масштабирование может привести к низкому качеству кластеризации BIRCH.
5. Недостаточное количество данных: Качество кластеризации BIRCH может быть недостаточным, если доступно недостаточное количество данных для обучения модели. Большой объем данных может улучшить качество кластеризации.

Кластеризация Gaussian Mixture

Модель смеси Гаусса (англ. *Gaussian Mixture*) — это вероятностная модель, которая предполагает, что все точки данных генерируются из смеси конечного числа распределений Гаусса с неизвестными параметрами. Этот алгоритм машинного обучения может присвоить каждой выборке гауссову диаграмму, которой она, скорее всего, принадлежит. В нашем анализе *Gaussian Mixture* представляет вариант ограничения ковариации оцениваемых классов разности: полная ковариация.

Модель максимизации ожиданий (*Gaussian Mixture*) обязательно будет использовать количество компонентов, указанное пользователем, в то время как модель вариационного вывода (*Bayesian Gaussian Mixture*) будет эффективно использовать только столько компонентов, сколько необходимо для хорошего соответствия. Если указанное пользователем количество компонентов меньше чем эффективное, на графике *Bayesian Gaussian Mixture* будет отображено количество компонентов, указанное пользователем.

Кластеризация алгоритмом Гауссовской смеси демонстрируется на двух графиках, соответствующих алгоритмам байесовской Гауссовской смеси с предварительным процессом Дирихле (вариационное байесовское оценивание гауссовской смеси, *Bayesian Gaussian Mixture*) и Гауссовской смеси (максимизация ожидания, *Gaussian Mixture*).

Для большей наглядности на графиках выводятся эллипсоиды модели гауссовской смеси.

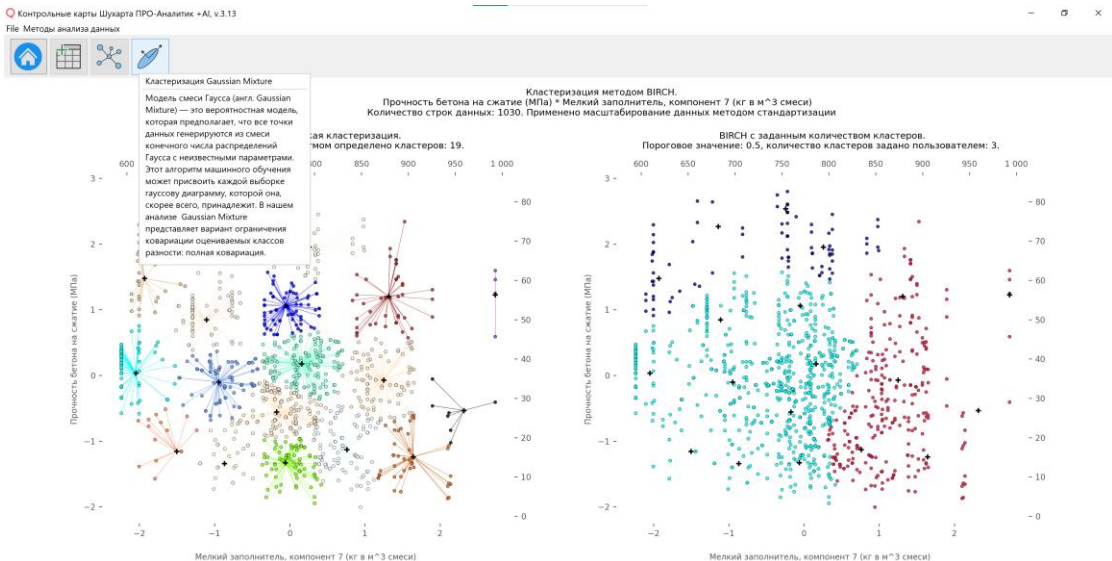


Рисунок 10. Окно функций машинного обучения (*Machine learning, ML*). Выведена подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к функции кластеризации алгоритмом *Gaussian Mixture*.



Рисунок 11. Окно функции кластеризации алгоритмами Bayesian Gaussian Mixture (Байесовская гауссовская смесь с предварительным процессом Дирихле) и Gaussian Mixture. Уста



Рисунок 12. Окно функции кластеризации алгоритмами Bayesian Gaussian Mixture (Байесовская гауссовская смесь с предварительным процессом Дирихле) и Gaussian Mixture. Установлен параметр количества компонентов равный (5).

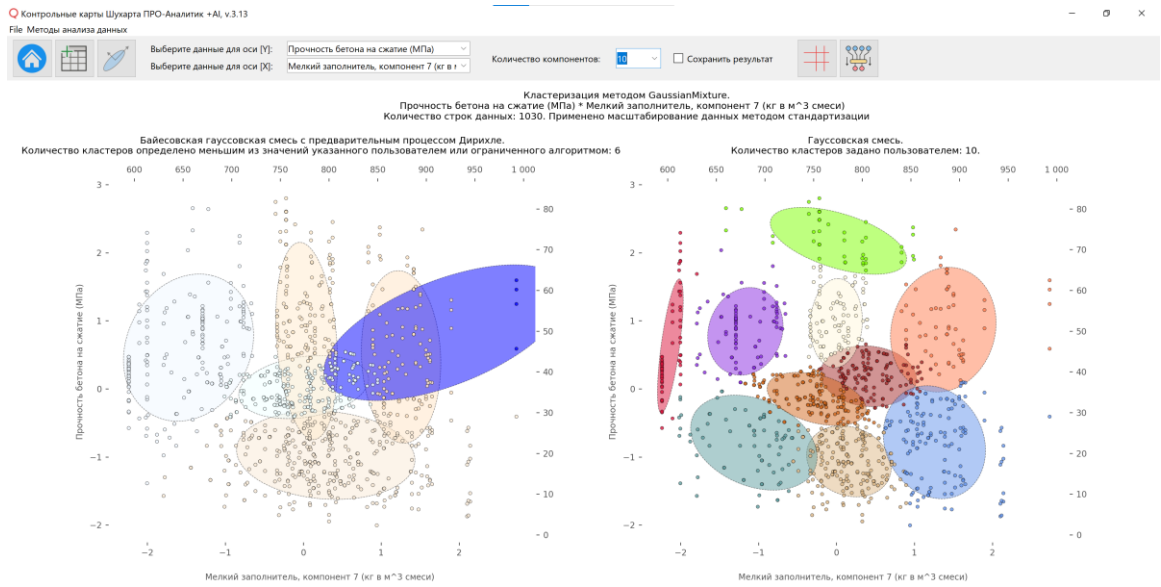


Рисунок 13. Окно функции кластеризации алгоритма Bayesian Gaussian Mixture (Байесовская гауссовская смесь с предварительным процессом Дирихле) и Gaussian Mixture. Установлен параметр количества компонентов равный (10).

В примере на рисунке ниже демонстрируются характеристики алгоритмов кластеризации BIRCH и Gaussian Mixture для «интересных» наборов данных.

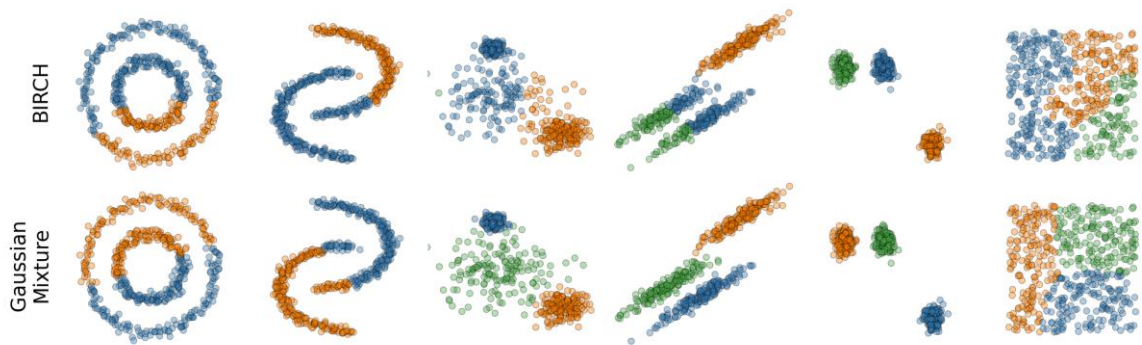


Рисунок 14. Сравнительная демонстрация характеристик алгоритмов кластеризации BIRCH и Gaussian Mixture для «интересных» наборов данных. Последний набор данных (правый столбец) является примером «нулевой» ситуации для кластеризации: данные однородны, и не имеют хорошей кластеризации.

Предварительная автоматическая подготовка данных

Перед применением кластеризации импортированные данные автоматически масштабируются методом стандартизации.

Стандартизация — это процесс масштабирования данных таким образом, чтобы они имели среднее значение 0 и стандартное отклонение 1.

При наличии в импортируемых данных столбца с категориальными переменными, например, [мужчина, женщина], пользователю будет предложено провести автоматическую процедуру "Горячего кодирования" такого столбца для преобразования данных в новые столбцы с числовыми кодами [0, 1].

Преобразованные горячим кодированием данные будут сохранены в исходном файле [xlsx] на новом листе.

Горячее кодирование используется для преобразования категориальных переменных в формат, который может быть легко использован алгоритмами машинного обучения. Основная идея горячего кодирования заключается в создании новых переменных, которые принимают значения 0 и 1 для представления исходных категориальных значений.

Причины, по которым качество математической модели методом кластеризации Bayesian Gaussian Mixture и Gaussian Mixture может быть недостаточным

Смотрите на следующей странице

Причины, по которым качество математической модели методом кластеризации Bayesian Gaussian Mixture и Gaussian Mixture может быть недостаточным

- 1.Неправильный выбор количества компонент: Оба метода кластеризации рассчитывают на правильный выбор количества компонент в модели. Если выбрано недостаточное количество компонент или наоборот - слишком большое количество компонент, это может привести к недостаточно точной кластеризации.
- 2.Неоптимальная настройка гиперпараметров: Оба метода имеют гиперпараметры, такие как параметры ковариационной матрицы и априорные распределения, которые нужно настроить. Неправильный выбор или настройка гиперпараметров может привести к плохому качеству модели кластеризации.
- 3.Несоответствие предположений о распределении: Методы Bayesian Gaussian Mixture и Gaussian Mixture предполагают, что данные распределены по гауссовскому закону. Если данные не соответствуют этому предположению, то качество кластеризации может быть недостаточным.
- 4.Неправильная обработка выбросов и шума: Наличие выбросов и шума в данных может негативно влиять на качество кластеризации. Если методы не адаптированы для обработки выбросов или не проводится предварительная обработка данных, это может привести к низкому качеству кластеризации.
- 5.Недостаточное или неправильное масштабирование данных: Если данные имеют различные диапазоны значений или различные единицы измерения, необходимо правильно масштабировать данные перед кластеризацией. Неправильное масштабирование может сказаться на качестве кластеризации.

Пользовательские настройки интерфейса программы Контрольные карты Шухарта ПРО-Аналитик +AI

Функция настройки пользовательского интерфейса включает настройку размера области с графиками, размеров кнопок и размер шрифта. Все пользовательские настройки загружаются автоматически после перезагрузки программы. Если ваш компьютер работает с разными мониторами, например, ноутбук в поездке со своим монитором, а в офисе с внешним настольными монитором, тогда настройки будут автоматически загружаться в зависимости от характеристик подключённого к ноутбуку монитора.

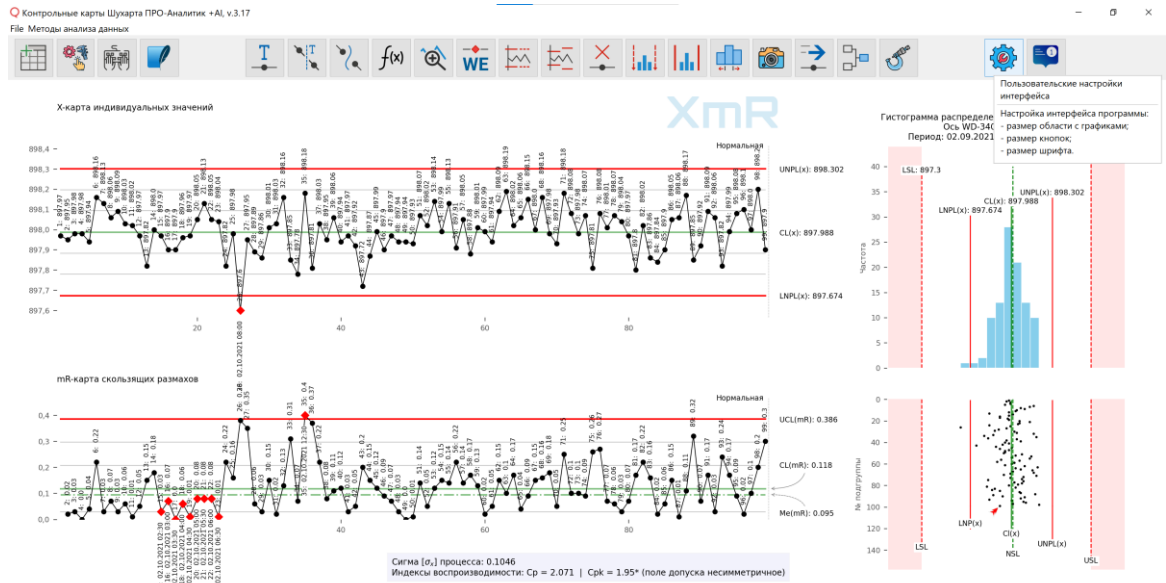


Рисунок 1. Главное окно программы. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления пользовательскими настройками интерфейса программы.

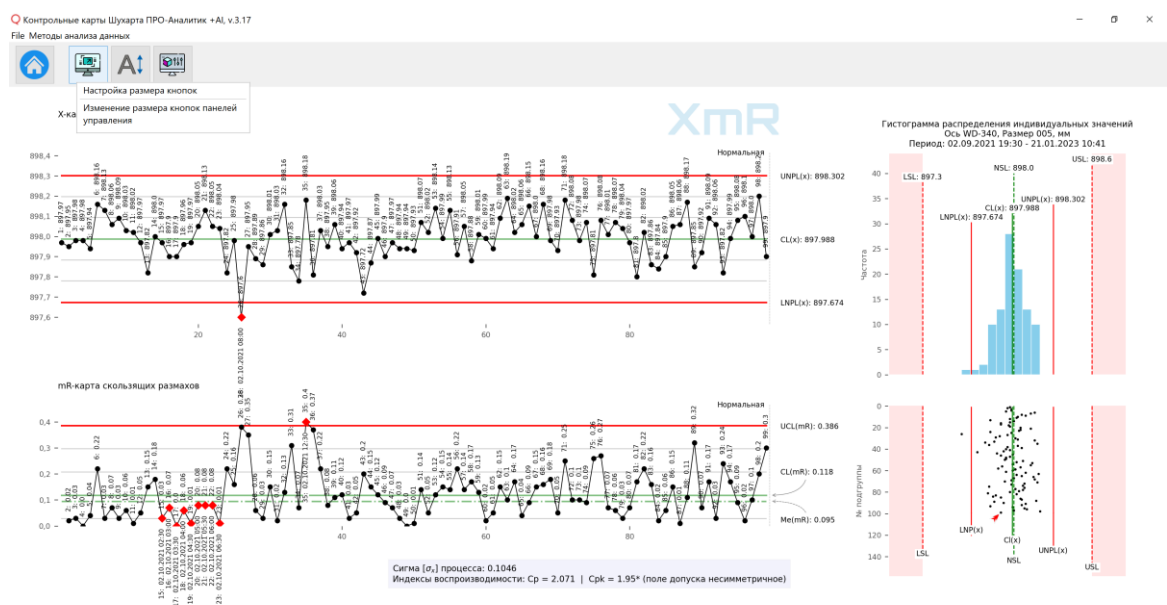


Рисунок 2. Панель настройки пользовательского интерфейса программы. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления размером кнопок.

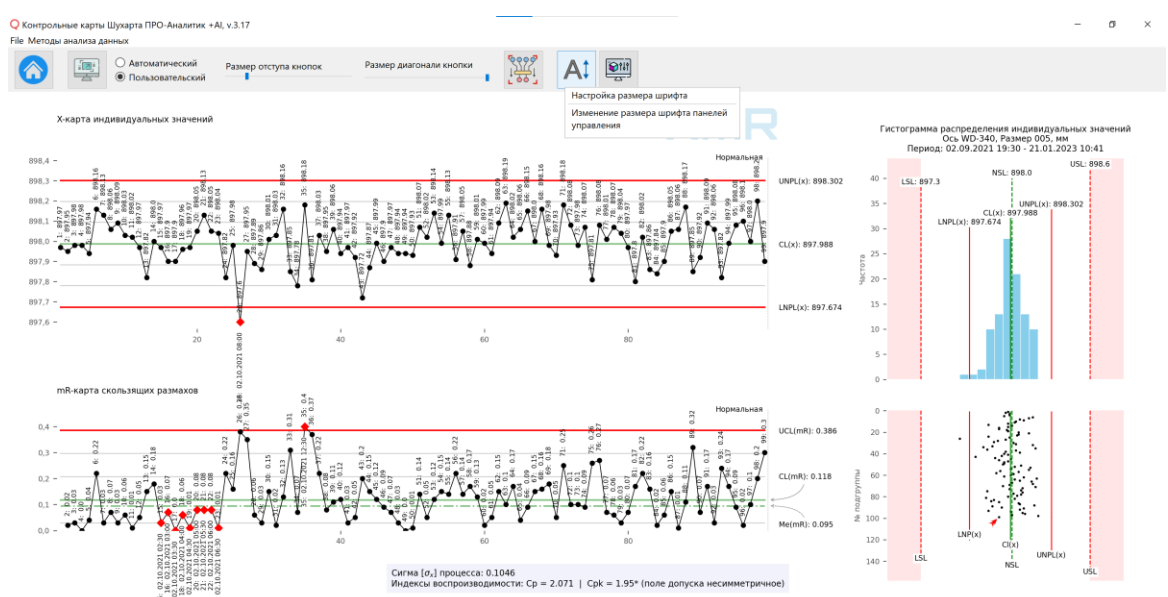


Рисунок 3. Панель управления пользовательским размером кнопок программы. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления пользовательским размером шрифта в интерфейсе программы.

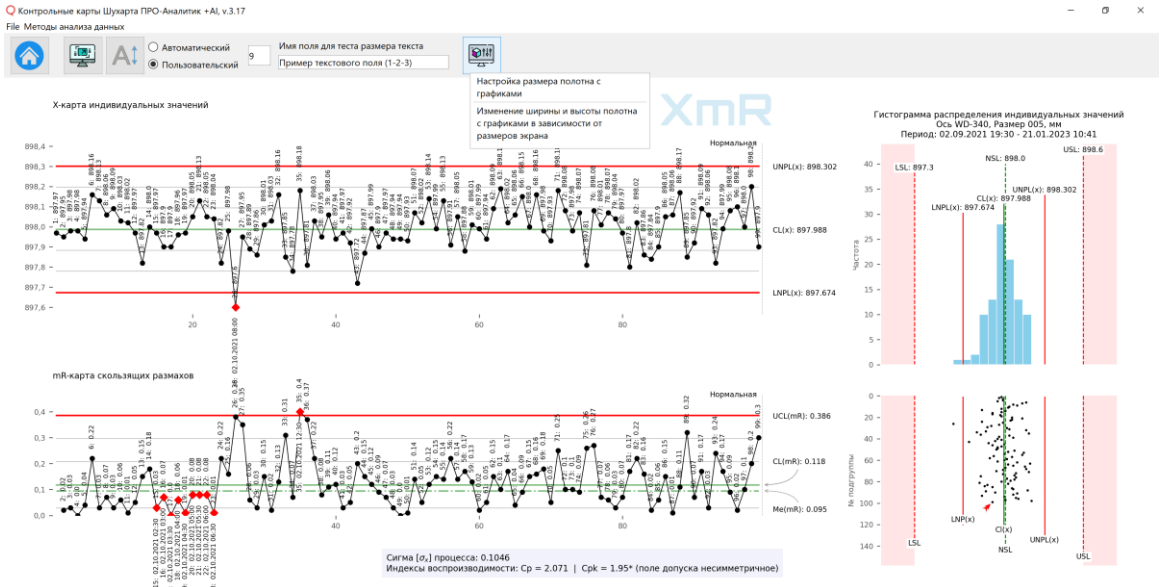


Рисунок 4. Панель управления размером шрифта в интерфейсе программы. Для изменения размера шрифта необходимо после ввода его значения в соответствующее поле нажать на клавиатуре клавишу [Ent]. Выведена выпадающая подсказка при наведении курсора мыши на кнопку перехода к панели управления пользовательским размером области с графиками.



Рисунок 5. Панель управления пользовательским размером области с графиками.