



ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

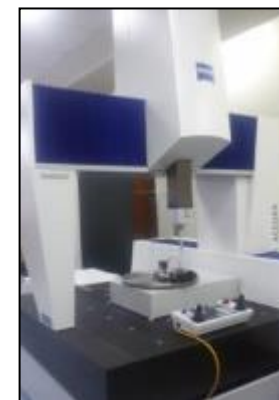
Барвинок Дмитрий Викторович
Главный метролог ПАО «ОДК-Сатурн»

17-18 апреля 2025 года

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ПАО «ОДК-САТУРН»

ЗАДАЧИ МО

- Организация и проведение поверки и калибровки СИ;
- первичная и периодическая проверка **технологических** и контрольных приспособлений, средств контроля, формообразующего и слесарно-монтажного инструмента;
- аттестация испытательного оборудования;
- **проверка термического оборудования;**
- метрологическая экспертиза технических заданий, конструкторской и технологической документации;
- аттестация методик выполнения измерений;
- проведение арбитражных измерений деталей;
- **входной контроль ПКИ**
- **разработка**, внедрение и аттестация программ для координатно-измерительного оборудования;
- метрологический надзор.



МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ПАО «ОДК-САТУРН»

- Аккредитована в Федеральной службе по аккредитации (ФСА) на право выполнения работ по **поверке средств измерений**:

Аттестат аккредитации № RA.RU. 312122 от 27 сентября 2017 года (57 типов (групп) средств измерений);

- зарегистрирована в Российской системе калибровки, имеет право выполнения работ по **калибровке средств измерений**:

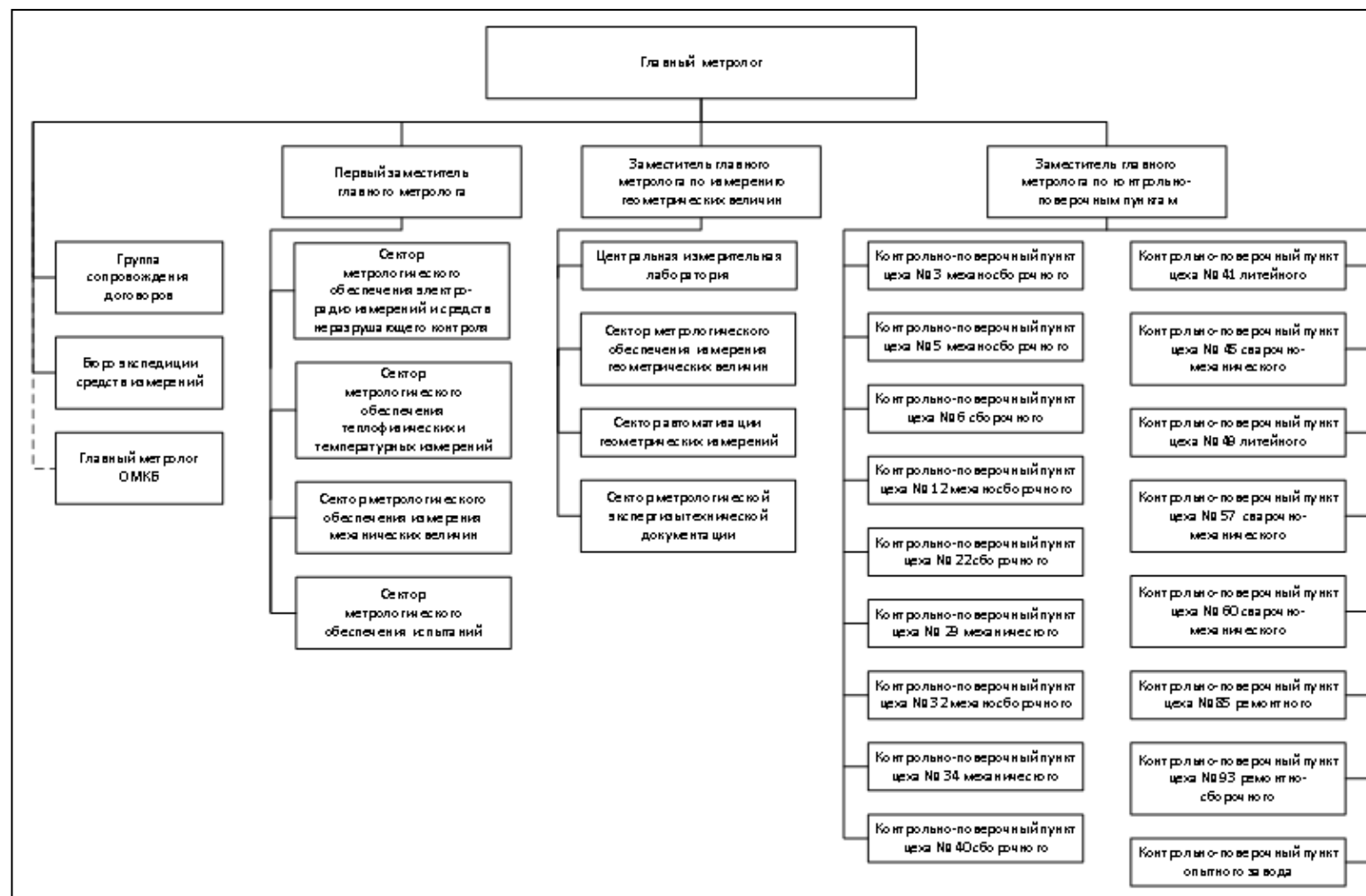
Реестр № 029014 от 16 февраля 2023 года (169 групп (типов) средств измерений);

- зарегистрирована в Реестре Системы добровольной сертификации объектов гражданской авиации, имеет право выполнения работ по **калибровке специальных средств измерений**:

Сертификат № MC 80.13-14.055 от 21 декабря 2022 года (27 видов измерений).



ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ



Численность на
01.02.2025:

- штатная – 210 ед.;
- фактическая – 195 чел.

СТРУКТУРА ДОКЛАДА



МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ПАО «ОДК-САТУРН»

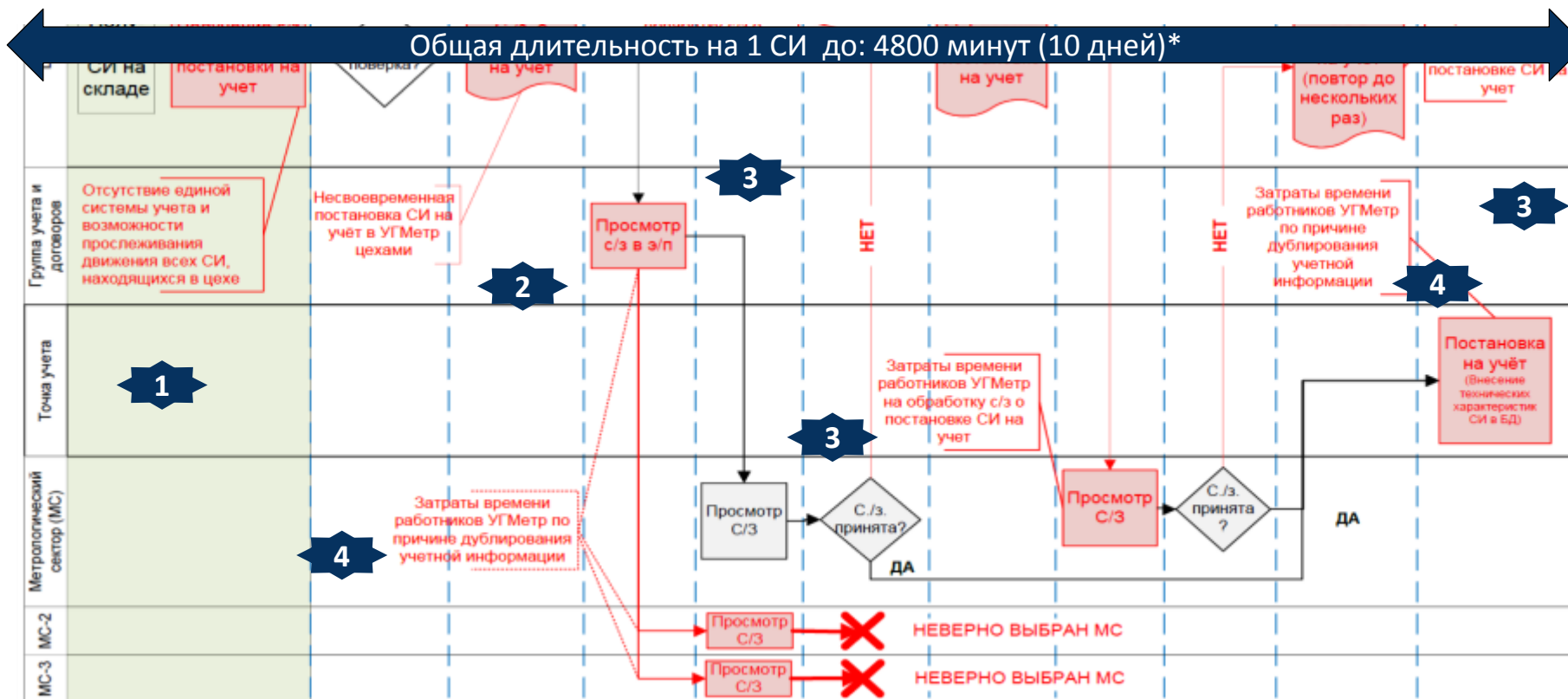
Общее число средств измерений (СИ), состоящих на техническом учете – **59 549*** ед., из них – **806** ед., используемых в качестве эталонов единиц величин.

- По июнь 2021 года учёт СИ осуществлялся в 6-ти базах данных (БД) в соответствии с территориальным размещением «пунктов учета»: базы расположены на сервере и доступны для просмотра подразделениям, эксплуатирующим СИ.

№ п/п	Цех (корпус)	Наименование СИ	Тип СИ	Диапазон измерений (Значение)	Единица измерения	Класс точности, разряд, погрешность	Цена деления	Индивидуальный номер	Количество (штук в наборе, каналов), ед.	Годность	Статус	Вид работ	Дата проведения работ	Периодичность, мес.	Дата окончания срока действия	№ подтверждающего документа
2	4	вакуумметр широкдиапазонный	WRO-S	1·10 ⁻² ...1·10 ³	Pa	± 100 % ± 35 %		116680560				б о	14.01.2019	нет даты окончания		исл. № Д-447
4	6	таймер	МЦТ3501	10...3600	с	± 0,02 %		14143				с о	27.03.2020	нет даты окончания		с/з № 4/011-226
9	7	таймер	МЦТ3501	10...3601	с	± 0,02 %		14145				с о	27.03.2020	нет даты окончания		с/з № 4/011-226
10	8	осциллограф	С1-112	0...10 0...1000	МГц В	± 5,0 %		9037				б о	17.01.2020	нет даты окончания		исл. № З-147
390	392	манометр тепловический	МТП-1М	0...2,5	МПа	2,5	0,05 МПа	3464 28		г		к	07.08.2020	12	06.08.2021	
413	417	манометр тепловический	МТ	0...25	кгс/см ²	4,0	1,0 кгс/см ²	1841 43		г		к	07.08.2020	12	06.08.2021	
459	471	манометр тепловический	МТ	0...16	кгс/см ²	4,0	0,5 кгс/см ²	8192 82		г		к	07.08.2020	12	06.08.2021	
482	499	вакуумметр	ВД2	1,3...1,3·10 ³	Pa	± 8 %		109				б о	12.04.2018	нет даты окончания		исл. № Д-304
487	505	вакуумметр	ВД2	1,3...1,3·10 ³	Pa	± 8 %		112		г		к	09.06.2020	12	08.06.2021	прот. № Н-7720

Дата сдачи в УГМетр или стороннюю организацию	ФИО сдавшего	Дата получения из цеха (корпуса)	ФИО получившего от цеха (корпуса)	Вид измерений	Ответственное подразделение УГМетр	Место проведения последней поверки (калибровки)	Место проведения очередной поверки (калибровки)	№ в Госреестре	Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений	Год выпуска	Примечание
4	Демьянов А.А.	18.01.2019	Демьянов А.А.	Измерения вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	31009-13		2013	исл. № Д-447
8				Частоты и времени	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК			2087	с/з № 4/011-226
9				Частоты и времени	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК			2087	с/з № 4/011-226
10	Масленников А.С.	24.01.2020	Масленников А.С.	Радиопередача	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК	сектор МО ЗРП и СНК			1985	исл. № З-147
390	Волков К.Н.	14.08.2020	Волков К.Н.	Измерения давления, вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ				
413	Волков К.Н.	14.08.2020	Волков К.Н.	Измерения давления, вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ				
459	Волков К.Н.	14.08.2020	Волков К.Н.	Измерения давления, вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ				
482	Демьянов А.А.	12.04.2018	Демьянов А.А.	Измерения вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ				исл. № Д-304
487	Пиряев И.С.	10.06.2020	Пиряев И.С.	Измерения вакуума	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	сектор МО МСИ	12788-91		2087	протокол № Н-7720

ПРОЦЕСС ПОСТАНОВКИ СИ НА УЧЕТ



- 1 Отсутствие единой системы учёта и возможности прослеживания движения всех СИ, находящихся в цехах
- 2 Несвоевременная постановка СИ на учёт в УГМетр цехами
- 3 Затраты времени работников УГМетр на обработку с/з о постановке СИ на учет - до **120** час/мес.
- 4 Затраты времени работников УГМетр по причине дублирования учетной информации - до **37** час/мес.

ПРОЦЕСС ПРИЕМА-ВЫДАЧИ СИ



- 5** Не соблюдаются сроки сдачи СИ в поверку/ калибровку - до **1 416** СИ в месяц
- 6** Потери времени работниками УГМетр на заполнение журнала учета СИ - от **2,5** час/мес. до **10** час/мес.
- 7** Потери времени работниками УГМетр на актуализацию (устранение ошибок) базы данных СИ - до **44,8** час/мес.
- 8** Несвоевременный возврат СИ в цеха из точек учета – до **30** дней

РЕШЕНИЕ

Разработка требований и выбор единого рабочего пространства для учета СИ, работы нескольким пользователям одновременно, отслеживание текущего состояния работ по всем СИ – **ИС Метрология**

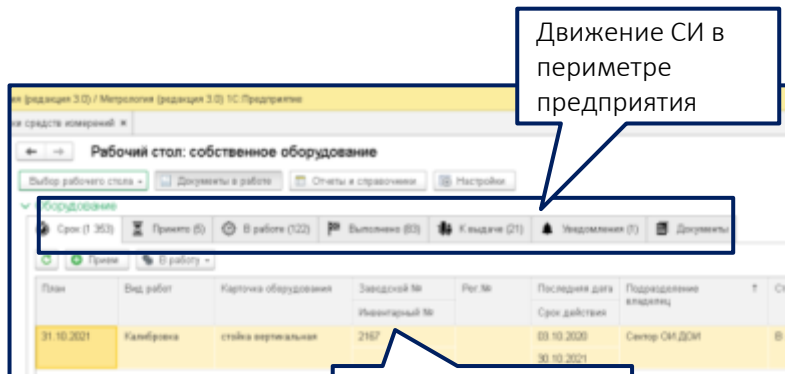
УЧЕТ ВСЕГО КОМПЛЕКСА РАБОТ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



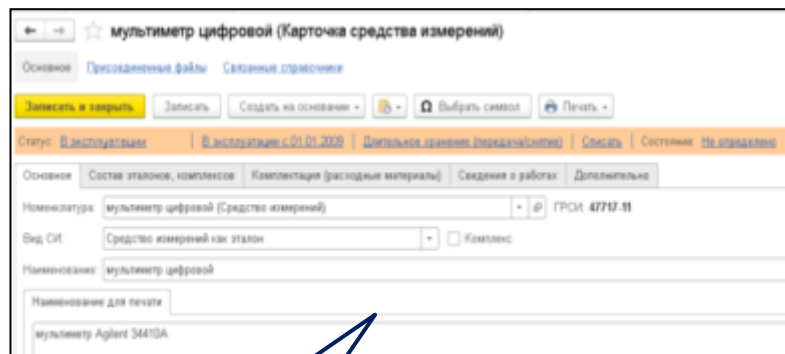
ДОСТОИНСТВА ВЫБРАННОЙ СИСТЕМЫ

1. Наличие объективной информации о текущем состоянии работ в области метрологического обеспечения.
2. Исключение дублирования информации, возможность обмена актуальными данными с федеральным информационным фондом (ФГИС «Аршин»).
3. Автоматическое напоминание о приближающейся дате очередной поверки (калибровки, аттестации, технического обслуживания).
4. Возможность отслеживания времени выполнения работ.

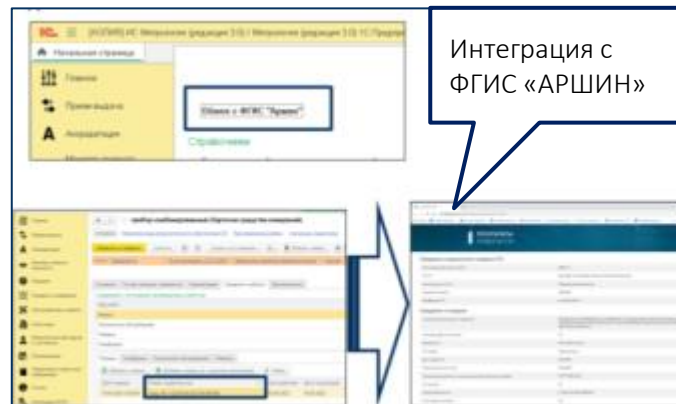
РАБОТА В ИС ПО ПРОЦЕССАМ МО



Учет всех СИ в единой базе



Прием – выдача СИ при помощи сканера штрих кодов



ЭЛЕКТРОННОЕ ОФОРМЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ДСЕ В ЦИЛ

При организации выполнения работ по контролю ДСЕ в ЦИЛ имеют **значительные потери времени** на выполнение следующих действий:

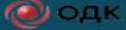



- проверка обоснованности направления ДСЕ в ЦИЛ;
- некомплектность сопроводительных документов;
- необоснованный выбор места выполнения измерений;
- отсутствие вспомогательной оснастки;
- отсутствие у заказчика информации о завершении измерений



РЕШЕНИЕ

Создание новой услуги «Направление ДСЕ в ЦИЛ» в ПС Naumen Service Desk позволяет:

- снизить трудозатраты на организацию работ;
- сократить время пролеживания ДСЕ;
- автоматизировать процесс формирования учетной информации.

<div>  <div> + Добавить Запросы Мой профиль Администрирование Отчеты Избранное </div> <div> <div>Сотрудник "Бабкина Галина Владимировна"</div> <div> <div>Создать запрос</div> <div>Перейти на портал</div> </div> </div> </div>								
Запросы	Мой профиль	База знаний	Администрирование	Отчеты	Инструкции			
13:43					ДСЕ в ЦИЛ	Александр	Сатурн	информации
<input type="checkbox"/> 22.01.2025 13:30		● Ожидает подтверждения	RP2361358	Направление ДСЕ в ЦИЛ	Направление	Белова Елена Александровна	ПАО "ОДК-Сатурн"	Всю необходимую информацию
<input type="checkbox"/> 22.01.2025 11:33		● Закрыт	RP2360928	Направление ДСЕ в ЦИЛ	Направление	Румянцева Лилия	ПАО "ОДК-Сатурн"	замер отпечатка меры твердости
<input type="checkbox"/> 22.01.2025 11:18		● Ожидает 1 линии	RP2360865	Направление ДСЕ в ЦИЛ	Направление	Позднякова Светлана	ПАО "ОДК-Сатурн"	Проверка размеров и ТТ на керамическом стержне

Для оптимизации и повышения эффективности использования рабочего времени при выдаче средств измерений, поверенных/откалиброванных в секторе метрологического обеспечения измерения геометрических величин в 2024 году внедрен в промышленную эксплуатацию программно-аппаратный комплекс «Постамат» УГМетр

1. С сентября 2024 года - 32 ячейки
2. Подразделений - 25 (100%)
3. Количество получателей – 67 чел.
4. Экономия средняя в мес. – 139 час.
– 17.4 рабочих смен
5. Экономия средняя в год – 1 668 час.
– 208 рабочих смен
– 9,3 месяцев

Управление ячейками постамата

	1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14			
15	16	17	18	19	20			
21	22	23	24	25	26			
27		28		29				
30		31		32				



Сентябрь 2024 года



Отсутствует личное взаимодействие сотрудников, что экономит время участников процесса.

ПРОЦЕССЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



По каждому процессу определены показатели эффективности по каждому из параметров



СТАТУС И ПРЕДСТОЯЩИЕ ЗАДАЧИ

На данный момент:

- определены показатели эффективности для каждого процесса, а также целевые значения, исходя из достигнутых результатов;
- определен источник получения данных;
- сформулированы требования по реагированию;
- создан концепт визуализации предоставления данных.

ПЛАНИРУЕТСЯ

- визуализировать получаемые данные для расчета показателей эффективности, оценки динамики изменений и влияния корректирующих мероприятий;
- создать удобный интерфейс для пользователей с использованием ПС 1С: Аналитика;
- выполнять периодическую оценку эффективности управления процессами метрологического обеспечения, внедрять корректирующие мероприятия для достижения целевых значений, оценивать их эффективность

Показатели

Направление	Наименование показателя	Цель	Ответственность	Периодичность	Описание	Источник данных	Форма реагирования
К	Доля СИ, отработавших интервал между поверками	$\geq 0,9$	Главный метролог	месяц	$K_{1K} = \frac{V_{MK}}{V_{общ}}$, V_{MK} - количество СИ, эксплуатируемых в СГР ОЕИ, подтвердивших МК в процессе поверки (калибровки); $V_{общ}$ - общее количество СИ, эксплуатируемых в СГР ОЕИ, поверенных (калиброванных) в отчетный период (месяц) <i>*Примечание: к СГР ОЕИ дополнительно относим СИ, используемые для контроля параметров спецпроцессов. Главный метролог рассматривает по всем секторам.</i>	1С	$< 0,9$: Выяснение причин, определение проблемного сектора, отслеживание показателей проблемного сектора на протяжении 3 месяцев.
		$\geq 0,9$	Начальник сектора	неделя			$< 0,9$: Анализ выхода из строя подобных СИ за прошедший год, при необходимости сокращение межповерочного интервала для данного СИ. По типовым СИ проанализировать протоколы поверки за последние 3 года и уточнить для данного типа СИ.
ИЗ	Доля работ по поверке/калибровке выполненных своевременно	$\geq 0,9$	Начальник сектора	месяц	$K_{11B2} = \frac{R_{CB}}{R_{общ}}$, R_{CB} - количество работ по поверке (калибровке), выполненных своевременно (в течение 10 рабочих дней с момента формирования задания на поверку (калибровку)) за отчетный период (месяц); $R_{общ}$ - количество работ по поверке (калибровке), выполненных за отчетный период (месяц). <i>*Примечание: плановый срок выполнения работ в соответствии с требованием заказчика, при отсутствии - до 10 рабочих дней</i>	1С	$< 0,9$: Анализ процесса, выявление причин $< 0,7$: 1. Оптимизация рабочих мест, устранение потерь времени. 2. Принятие решения о корректировке сроков окончания поверки/калибровки в сторону уменьшения для выравнивания загрузки сектора по месяцам. 3. Расчет загрузки, перераспределение работ персонала (обучение). 4. Расчет пропускной способности и принятие решения о привлечении к выполнению работ стороннюю организацию.
ИЗ	Доля СИ, предъявленных на поверку/калибровку своевременно	$\geq 0,8$	Производственные подразделения	месяц	$K_{11B3} = \frac{V_{ПР}}{V_{общ}}$, $V_{ПР}$ - количество СИ, предъявленных на поверку / калибровку в соответствии с графиком за отчетный период (месяц); $V_{общ}$ - количество СИ запланированных к поверке / калибровке за отчетный период (месяц).	1С	От 0,61 до 0,8: Направление служебной, сбор данных $< 0,6$: Применение требований положения об оплате начальников БИХ. От 0,4 до 0,6: Докладная на начальника БИХ в адрес начальника цеха. При повторном (в течении 3 месяцев) на ДП. $< 0,4$: Докладная на начальника цеха в адрес ДП.

КОНЦЕПТ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Доля СИ, отработавших интервал между проверками

Общее количество проверенных СИ

37 604

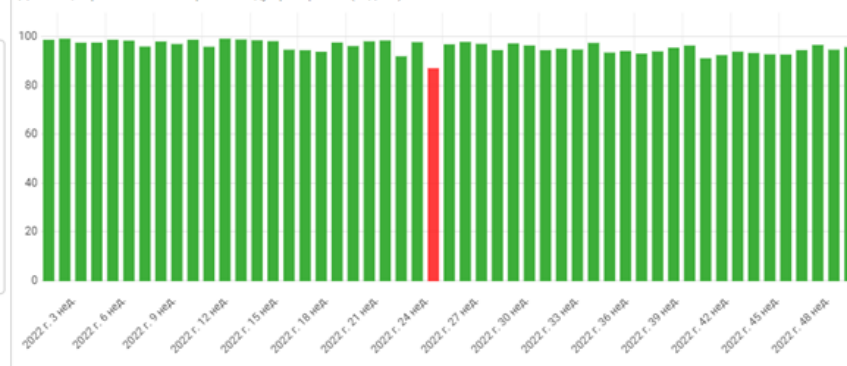
Количество пригодных СИ

36 040

Доля СИ, отработавших интервал

95,841%

Доля СИ, отработавших интервал между проверками (неделя)



Доля работ по проверке/калибровке выполненных своевременно

Общее количество выполненных работ

37 604

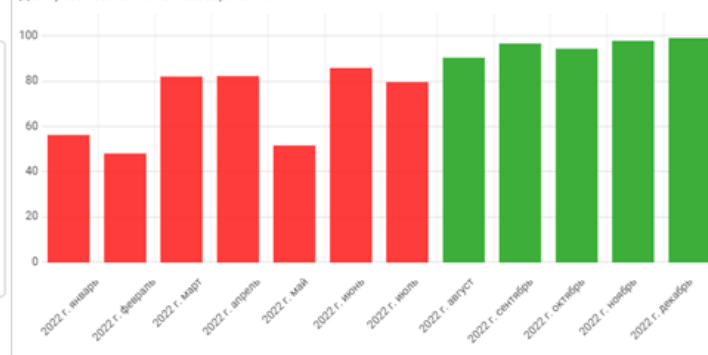
Количество работ выполненных своевременно

34 808

Доля работ выполненных своевременно

92,565%

Доля работ выполненных своевременно

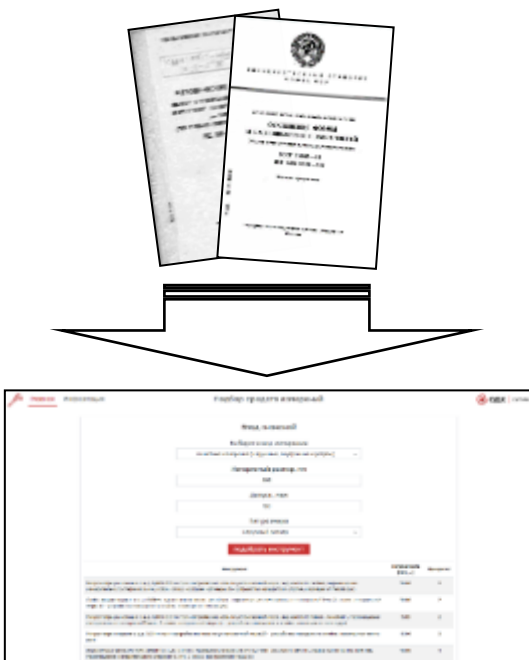


ПРОБЛЕМА

При разработке технологического процесса ~ **8** % рабочего времени занимает подбор средств измерений (СИ) для контроля геометрических величин.

Процесс выбора трудоемкий и предполагает высокую квалификацию персонала.

При выполнении метрологической экспертизы (МЭ) ~ **30** % несоответствий связаны с неправильно выбранным СИ.



ЗАДАЧА

Автоматизировать процесс подбора СИ для линейных, угловых измерений, отклонений формы и расположения поверхностей

РЕШЕНИЕ

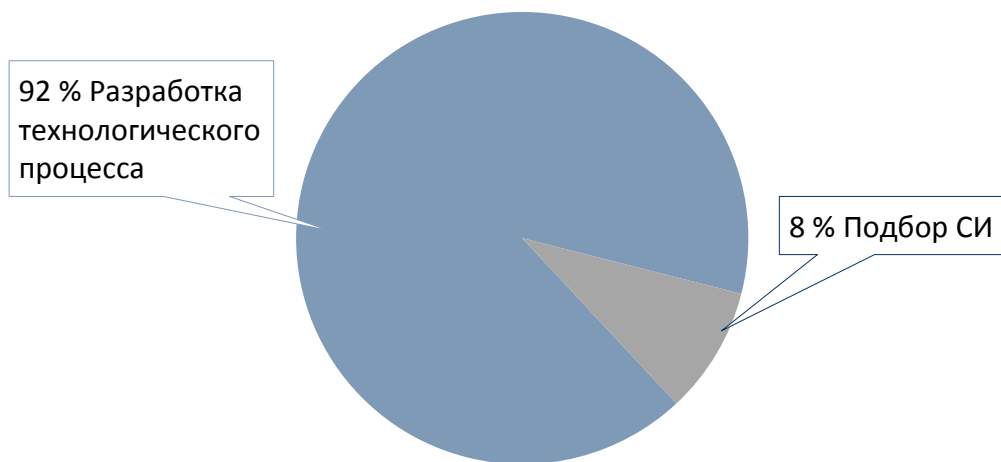
Создать базу данных и программное средство, обеспечивающие автоматизированный подбор СИ.

Для чего:

- оцифровать нормативные документы по выбору СИ;
- разработать алгоритм подбора СИ;
- спроектировать веб-приложение по подбору СИ.

ТЕХНОЛОГИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ (352 ЧЕЛ.)

Доля времени на подбор СИ при формировании ТП



Часов в месяц
1 технолог тратит на
подбор СИ*

9,36

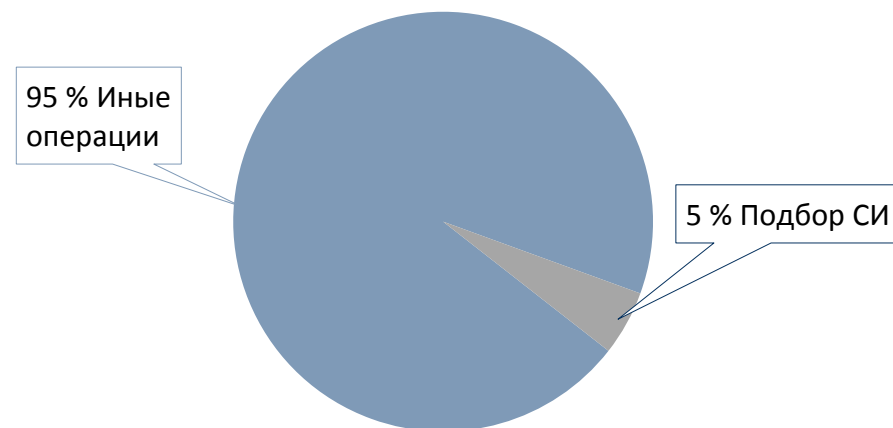
Человеко-часов
в месяц на подбор
СИ*

3294,72

* - до внедрения

РАБОТНИКИ КОНТРОЛЬНО-ПОВЕРОЧНЫХ ПУНКТОВ (80 ЧЕЛ.)

Доля времени на подбор СИ при контроле оснастки



Часов в месяц
1 работник КПП тратит на
подбор СИ*

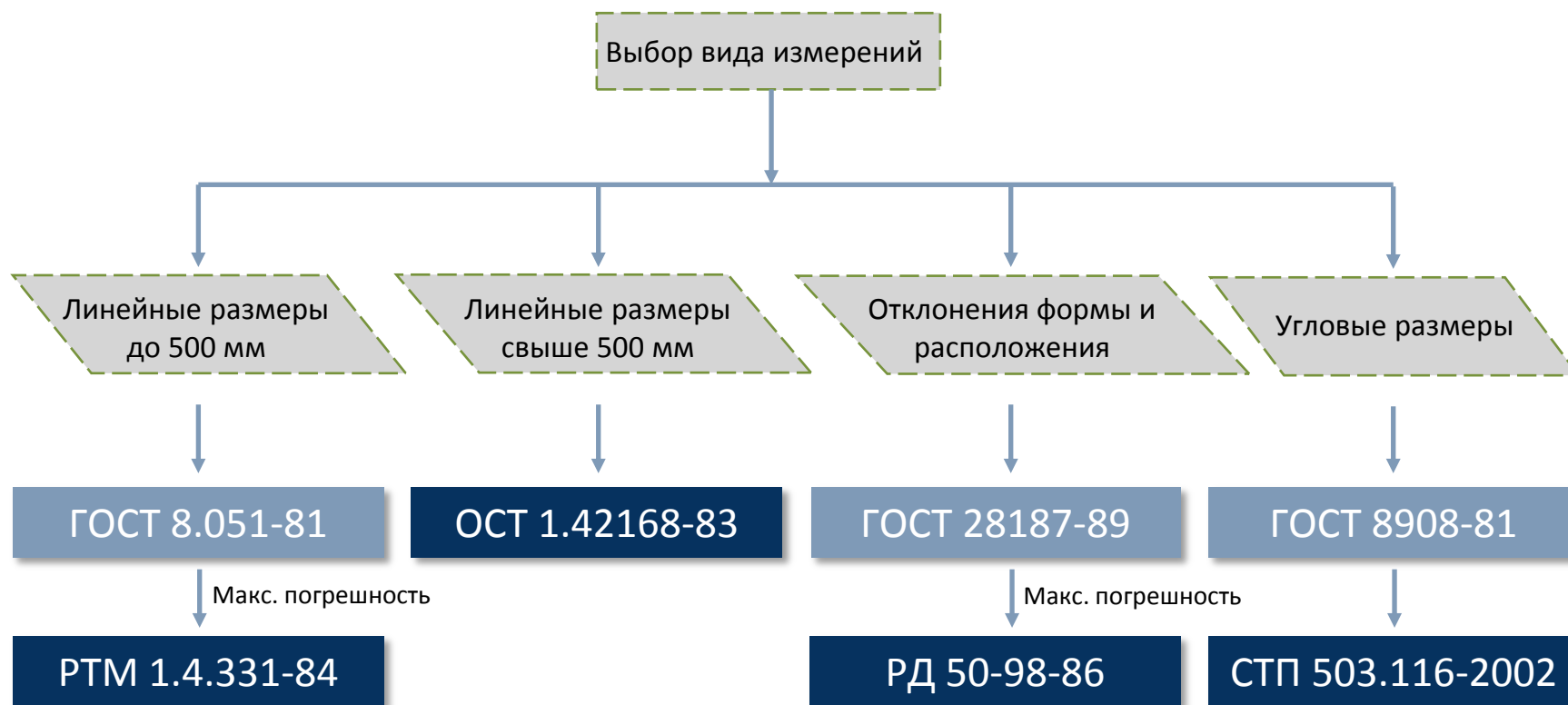
8,4

Человеко-часов
в месяц на подбор
СИ*

672

* - до внедрения

БЛОК СХЕМА ВЫБОРА СИ



ПОДБОР 1 СИ ЗАНИМАЕТ ПРИМЕРНО 5 МИНУТ

Подбор средств измерений

Ввод значений

Выберите вид измерения

Линейные измерения (наружные, внутренние и уступы) ▼

Измеряемый размер, мм

300

Допуск, мкм

150

Тип размера

Наружный размер ▼

подобрать инструмент

ПРОСТОТА
ВВОДА

Автоматическая
сортировка
результатов подбора

Инструмент	Точность (мкм, ±)	Приоритет
Микрометры рычажные с ц.д. 0,001-0,01мм при настройке на ноль по установочной мере, вид контакта любой, перемещение измерительного стартера 25 мм, услов. класс настроечной меры (6 - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	10,00	2
Специальные индикаторные с ц.д. 0,01мм, вид контакта плоск. линейчат., перемещение измерительного стартера 0,1 мм, 3 класс настроечной меры (6 - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	10,00	2
Микрометры рычажные с ц.д. 0,001-0,01мм при настройке на ноль по установочной мере, вид контакта плоск. линейчат., перемещение измерительного стартера 10 дел., 2 класс настроечной меры (6 - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	5,00	3
Микрометры плоские с ц.д. 0,01мм при настройке на ноль по установочной мере (6 - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	15,00	3
Индикаторы часового типа (ИЧМТ) с ц.д. 0,01мм и пределом измерения от 2 до 10мм (до 260мм ШМ-ПН, свыше 260мм Ш-ПВ, ШП-ПВ), перемещение измерительного стартера 0,1 мм, 3 класс настроечной меры (6)	10,00	4
Индикаторы часового типа (ИЧМТ) с ц.д. 0,01мм и пределом измерения от 2 до 10мм (до 260мм ШМ-ПН, свыше 260мм Ш-ПВ, ШП-ПВ), перемещение измерительного стартера 1 мм, 3 класс настроечной меры (6)	10,00	4
Микрометр гребенчатый Linka серии ТСО (ТЗЗА) - 0А, диапазон измерений 275-300 мм, ценой деления 0,01 мм	9,00	4
Микрометры рычажные с ц.д. 0,001-0,01мм при настройке на ноль по установочной мере при 4-х кратном измерении, вид контакта плоск. линейчат., используемое перемещение 2 дел., 1 класс настроечной меры (7 - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	2,50	4
Микрометры рычажные с ц.д. 0,001-0,01мм при настройке на ноль по установочной мере с переборкой блока мер перед каждым измерением при 6-х кратном измерении, вид контакта плоск. линейчат., используемое перемещение 2 дел., 1 класс настроечной меры (д - устройство находится в стойке, изоляция от тепла рук)	2,00	4
Микрометры измерительные универсальные (ИМ), форма детали плоская, метод измерения проекционный в продольном направлении (а)	10,00	5
Головки измерительные дружинные нелогарифмические ИМН (микрометры) с ц.д. 0,001мм и пределом измерения 0,05мм (Ш-ПН, ШП-ПН), перемещение измерительного стартера 0,05 мм, 2 класс настроечной меры (6)	3,50	5
Дилеметры горизонтальные ИКУ-2 и вертикальные ИВБ-1 и ИВБ-2 при относительных измерениях, 1 класс концевых мер	2,00	5
Оптиметр горизонтальный и измерительная машина ИМ-10 при относительном методе измерения с ц.д. 0,001мм и пределом измерения по шкале 0,2мм, перемещение измерительного стартера 0,1 мм, тип изолированной головки при точечном контакте, 5 класс настроечной меры (6)	1,80	5



Оформлено свидетельство
№ 2023624611

7014 параметров из НД оцифровано

23,6 FTE

Высвобождается на выполнение значимых операций по проектированию ТП

В 30 РАЗ

Сокращение времени подбора СИ для проведения линейных, угловых измерений и контроля отклонений формы и расположения поверхностей

24,4 млн. руб.

Годовой условный экономический эффект от внедрения приложения

432 сотрудника

Эксплуатируют БД



Апрель 2024 г.

Опытная эксплуатация

Удаление устаревших СИ из базы данных

Июнь 2024 г.



Сентябрь 2024 г.

Внесение инструмента иностранного производства

Внедрение в промышленную эксплуатацию

Сентябрь 2024 г.



ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

При выполнении проверки технологической оснастки (ТО) контролеры ИПиСИ используют электронный архив конструкторской документации (КД) на ТО. При этом они вынуждены постоянно перемещаться от ПК к поверочной плите и обратно с риском неверно прочитать или воспроизвести в процессе измерений технические требования КД.

ПРОБЛЕМЫ

- КД размещается в электронном архиве, доступ к архиву обеспечивается с персонального компьютера (ПК);
- измерения ТО выполняются с использованием поверочной плиты, расположенной на некотором удалении от ПК;
- находясь в зоне поверочной плиты невозможно рассмотреть на мониторе, подключенном к ПК, значения параметров, требующих контроля.

РЕШЕНИЕ

Оснащение КПП **сенсорными моноблоками** в непосредственной близости от поверочных плит. Работники КПП получили доступ к электронным архивам КД непосредственно в зоне выполнения измерений

Нововведение сократило время на подбор и чтение чертежей в среднем на **30** минут в смену для одного рабочего места.

Сенсорное управление дает возможность увеличить на экране любой сложный и трудночитаемый элемент 2D-чертежа или его сканированной копии, что снижает риск ошибочного прочтения КД.



ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Объем технологической оснастки, направляемой на проверку в КПП, за 10 лет увеличился на **65 %**. Фактическое приведение объёма работ к достигнутой пропускной способности за счет изменения интервала между проверками, объема проверки (количества контролируемых параметров и периодичности их проверки).

ПРОБЛЕМЫ

- Периодичность и объем проверки оснастки устанавливается на основании личного опыта работников КПП и не регламентированы действующей нормативной документацией, что, в свою очередь, приводит к рискам **недостаточного** или **избыточного** контроля;
- информация о проверках не подлежит статистической обработке, т.к. в паспорт вносится только результат проверки (годен/негоден)

РЕШЕНИЕ

Инициирован проект по разработке программного средства (ПС) для статистической обработки результатов измерений, направленный на установление технически обоснованного интервала между проверками на основе данных о скорости износа с учетом следующих **требований**:

- автоматически формировать протоколы измерений из КД на оснастку;
- использовать универсальный измерительный инструмент с функцией дистанционной передачи данных;
- определять плановую дату проверки каждого из контролируемых параметров, исходя из статистической информации по ранее выполненным измерениям данного параметра (т.е. скорости фактического износа).

№	ID параметра	Параметр	Нижний допуск	Верхний допуск	ЕИ	Факт. значение	Инструмент	Дата проверки	Расчетная дата
1	1	23	0,05	0,05	мм	23,01	Микрометр	26.01.2024	26.04.2024
2	2	14	0,01	0,01	мм	14,01	Индикатор ИЧ	26.01.2024	26.04.2024
3	3	18	0,02	0,02	мм	18,01	Скоба рычажная	26.01.2024	26.04.2024
4	4	10	0,1	0,2	мм	10,01	Микрометр	26.01.2024	26.01.2026
5	5	18	0,02	0,02	мм	17,99	Штангенциркуль	26.01.2024	26.04.2024
Результат: соответствует									



ИДЕЯ

Повысить эффективность поверки стрелочных приборов измерений за счёт использования машинного зрения.

ЦЕЛЬ

Сократить время поверки манометров более чем в **5** раз, снизив требования к квалификации специалистов, выполняющих работы.

ЗАДАЧИ

- создать программное обеспечение с функцией распознавания показаний для поверки стрелочных манометров, а так же удобный веб-интерфейс;
- применить автоматическую систему подачи давления;
- изготовить опытный стенд на базе апробированных решений.

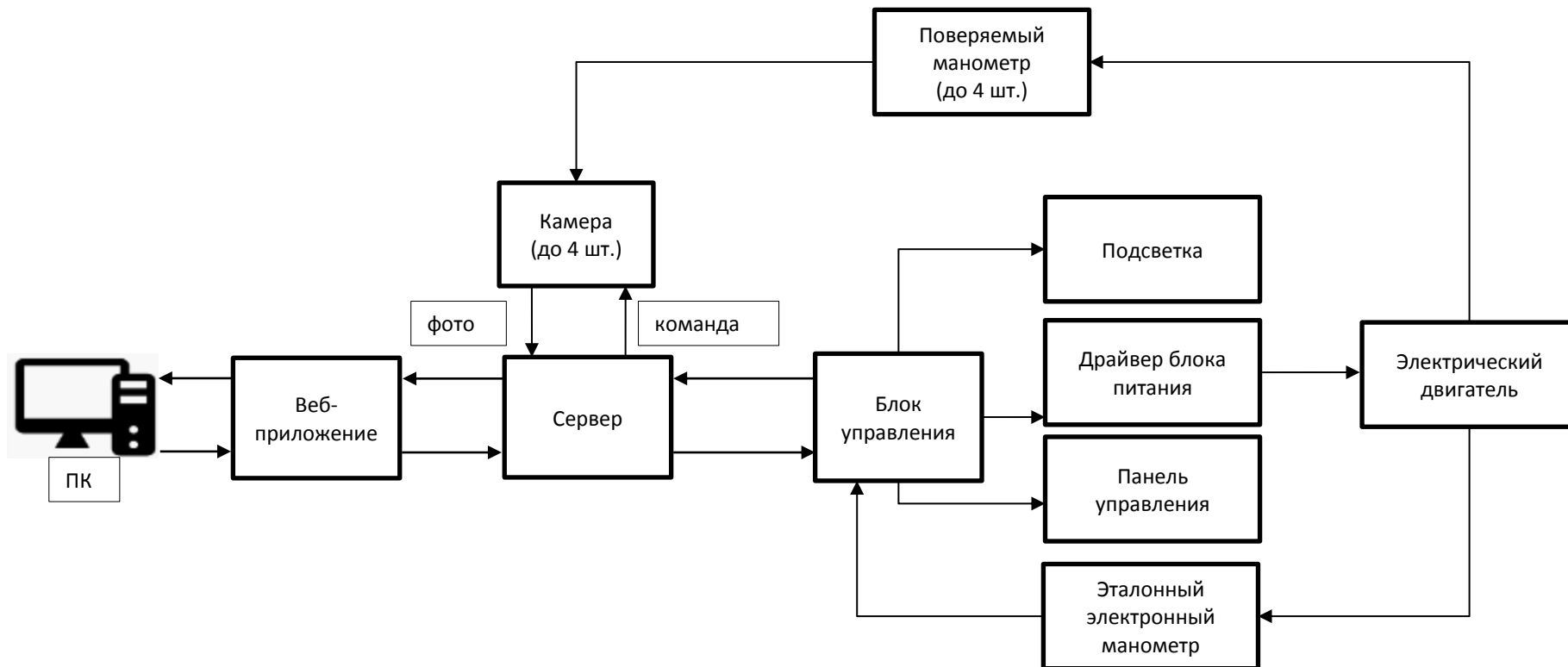
Сейчас	С автоматизированной системой поверки средств измерений
Поверка выполняется в ручном режиме	Автоматизированное выполнения операций, связанных с: <ul style="list-style-type: none"> • считыванием показаний с эталонного СИ; • считыванием показаний с манометра; • оформлением результатов.
Затраты времени поверителя составляют от 0,9 до 1,1 часа , включая саму поверку и оформление и протокола поверки (в зависимости от типа прибора)	Затраты времени поверителя составляют от 10 до 17 минут на поверку одного манометра
Себестоимость поверки одного манометра – 300 руб.	Себестоимость поверки одного манометра – до 30 руб.

ГРАНИЦЫ ПРОЕКТА

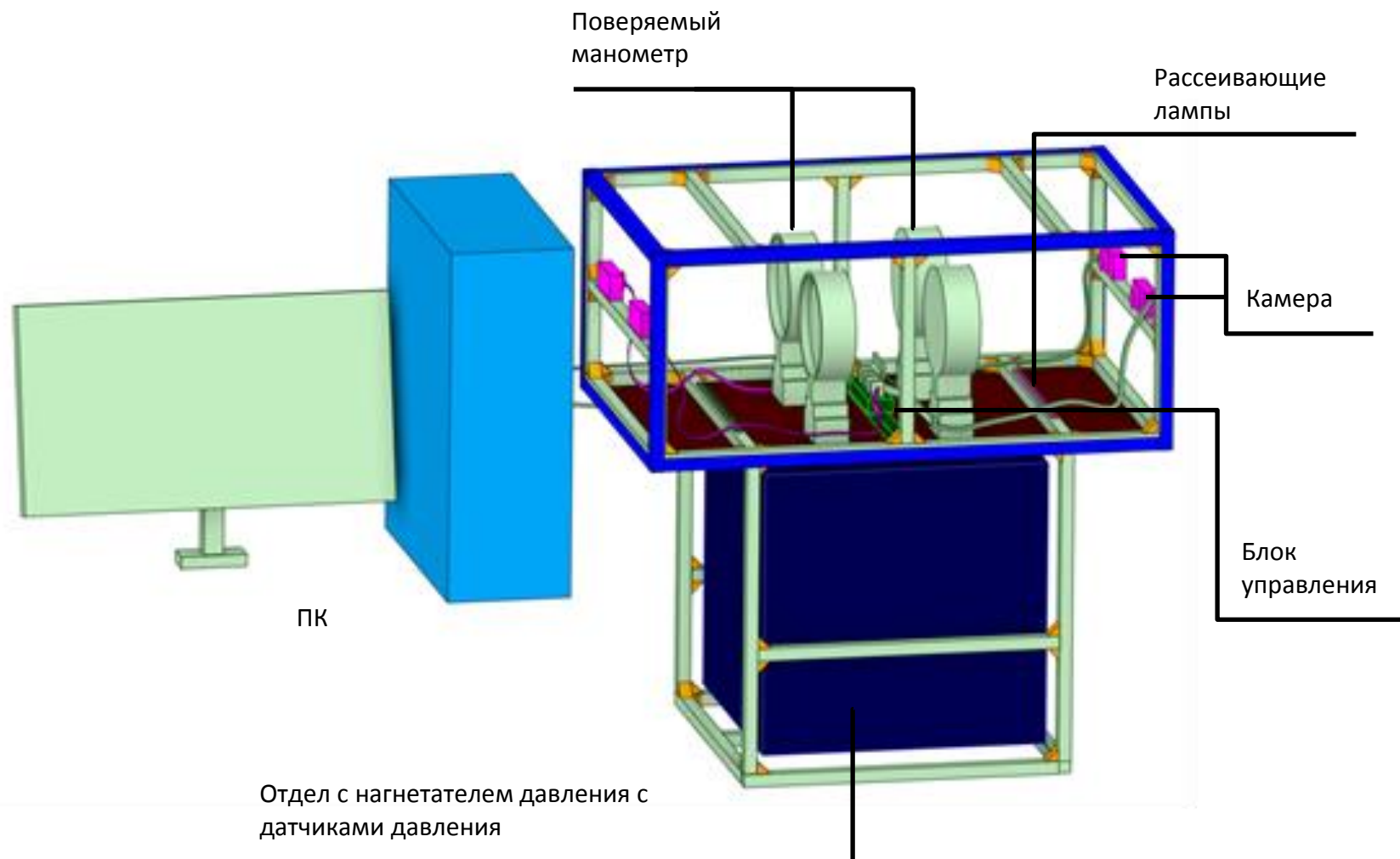
Система служит для поверки и калибровки манометров с:

- диаметром циферблата от 60 до 160 мм;
- классом точности от КТ 0.6 и грубее;
- диапазоном измерений от - 0,1 до 70 МПа.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ



КОНЦЕПЦИЯ БУДУЩЕГО СТЕНДА



СТАТУС И ПРЕДСТОЯЩИЕ ЗАДАЧИ

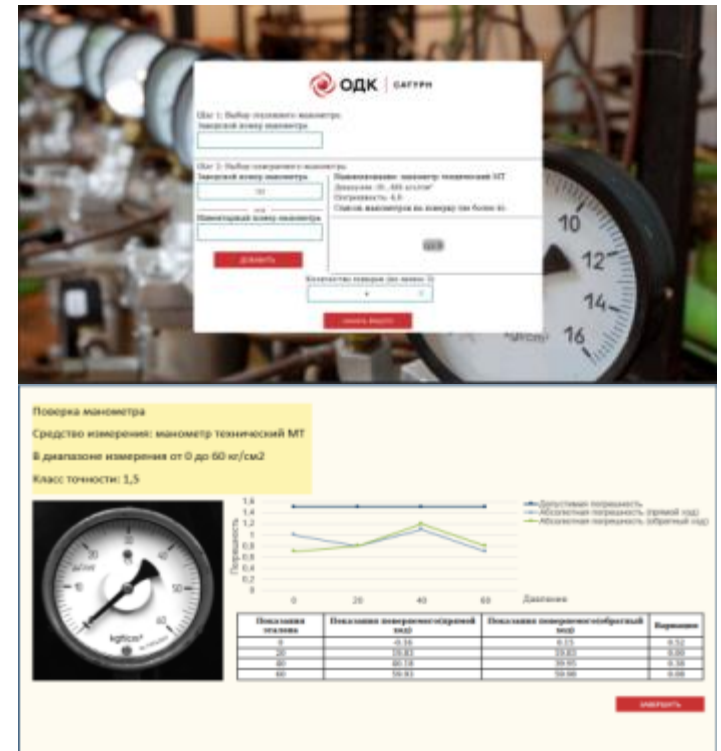
На данный момент:

- разработана детерминированная система машинного зрения для определения манометра и величины его показаний;
- разработан основной алгоритм поверки следуя методике МИ 2124-90;
- обучена нейронная модель **YOLOv5** для более корректного определения показаний;
- создан концепт итогового стенда для системы.

ПЛАНИРУЕТСЯ

- усовершенствовать систему машинного зрения;
- создать удобный веб-интерфейс для оператора;
- изготовить и собрать полностью функционирующий стенд для поверки манометров;
- провести тестирование системы и стенда.

Тестовая версия веб-приложения



ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

В соответствии с ГОСТ 8.050-73 установлены требования к нормальным условиям выполнения линейных и угловых измерений.

Пределы допускаемых отклонений установлены в НД ПАО «ОДК-Сатурн», а также методиках поверки и калибровки.

Параметры производственной среды фиксируются в журнале контроля параметров производственной среды.

При выходе контролируемых параметров за границы допустимых значений исполнитель должен немедленно прекратить выполнение операции до установления нормальных условий производственной среды

ПРОБЛЕМЫ

- при выходе контролируемых параметров за границы допустимых значений исполнители могут сознательно не соблюдать требования нормативной документации;
- формальное заполнение журнала контроля параметров производственной среды.

РЕШЕНИЕ

- Во всех подразделениях УГМетр установлены СИ для контроля микроклимата с передачей информации на корпоративный портал ПАО «ОДК-Сатурн» и ПС N041 «1С: Метрология»;
- внесены предельные значения параметров производственной среды в соответствии с методиками поверки (калибровки) в ПС N041 «1С: Метрология» для невозможности проведения работ при несоответствии параметров окружающей среды требуемым.



ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Требования ГОСТ 8.050 «Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений регламентируют нормативное **время выдержки** деталей в месте их измерения.

В зависимости от габаритов, допуска на измеряемый параметр и массы детали, время выдержки может составлять **от 2 до 36 часов**.

Т а б л и ц а 4				
Масса объекта измерения, кг	Время выдержки, ч, для рядов			
	I—III	IV—VIII	IX—XI	XII—XIV
До 10	6	4	3	2
Св. 10 до 50	14	8	6	4
„ 50 „ 200	24	14	10	7
„ 200 „ 500	36	20	16	12

Необходимость выдержки детали до достижения необходимой для выполнения измерений температуры приводит:

- к увеличению общего времени выполнения измерений;
- к сложности в планировании сроков выполнения работ

РЕШЕНИЕ

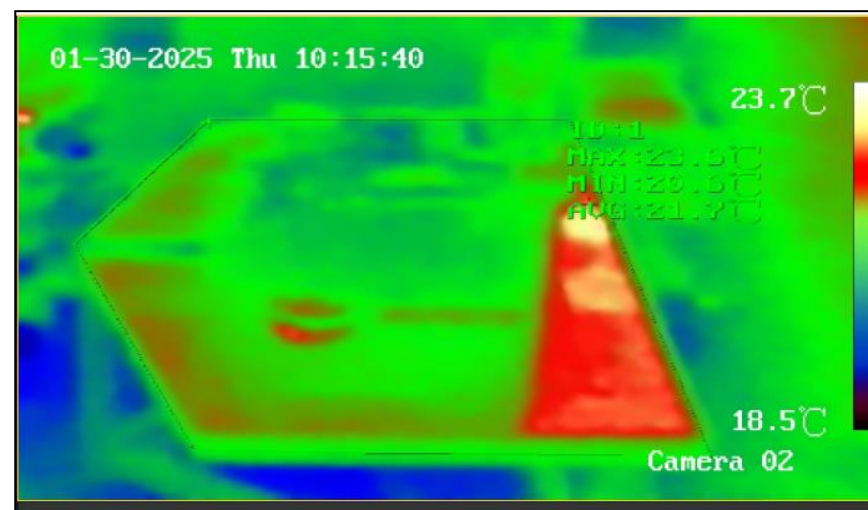
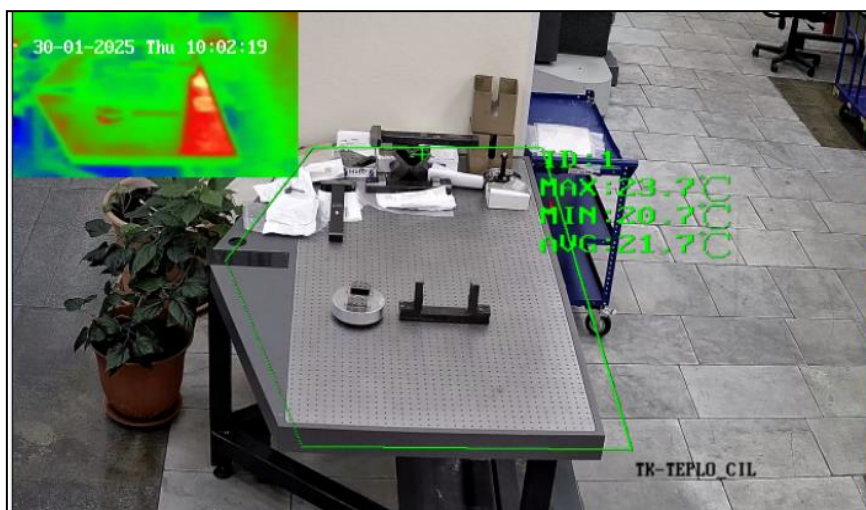
Использование **тепловизора** для определения температуры ДСЕ.

Тепловизор настроен на **определение температуры объектов** в выделенной зоне, имеющей такую же температуру окружающей среды, как и в зоне измерений.

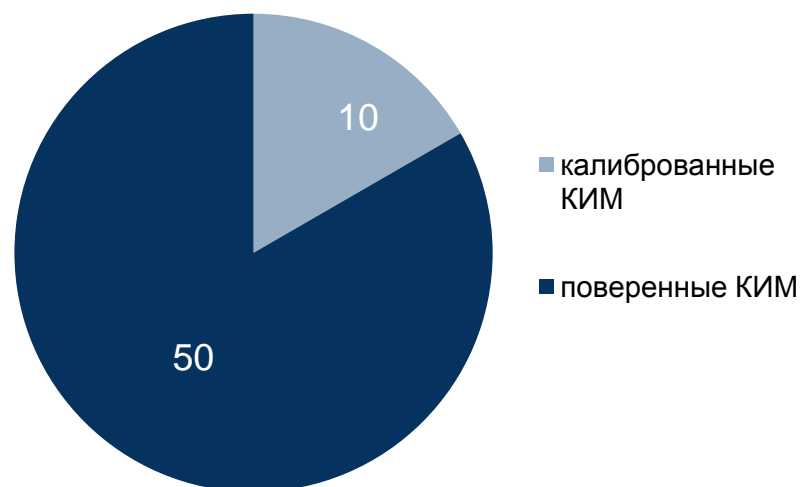
Изображение с тепловизора выводится на монитор персонального компьютера, что позволяет **в режиме реального времени отслеживать температуру объектов**. На экране отображается минимальная, максимальная и средняя температура всех объектов в фокусе камеры тепловизора.

Цветовая шкала позволяет **оперативно оценить** разницу температур объектов. При достижении температуры поверхности объекта в соответствии с требованиями ГОСТ 8.050, ДСЕ перемещается в зону измерений.

Объективный метод контроля температуры поверхности ДСЕ позволяет во многих случаях **сократить время выдержки**, что приводит к уменьшению общего времени выполнения измерений ДСЕ

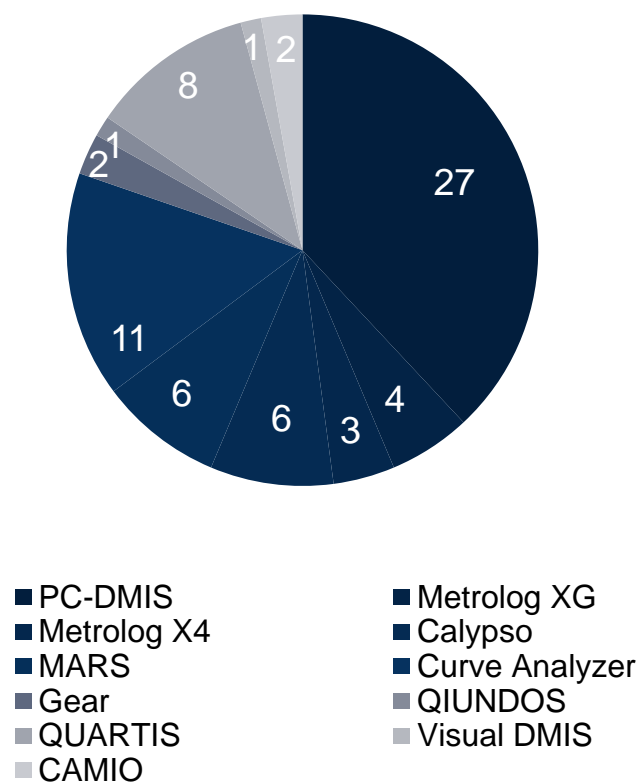


ПАРК КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПАО «ОДК-САТУРН»



По состоянию на январь 2025 года на территории ПАО ОДК-Сатурн эксплуатируется 60 единиц координатно-измерительного оборудования. 50 % из него работает под управлением ПО PC-DMIS.

ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ

Действующие Методики поверки КИМ не позволяют достоверно оценить погрешность при измерении сложнопрофильных ДСЕ:

- не предусмотрено использование объемных эталонов, как следствие, не оценивается взаимное влияние погрешностей по осям;
- не оценивается влияние погрешности зондирующей системы;
- не оценивается динамика изменений погрешности во времени для назначения технически обоснованного межповерочного интервала.

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ВНИИМС)
ГОССТАНДАРТА РОССИИ

Утверждаю
директор ВНИИМС
А. И. АСТАШЕНКОВ

27 декабря 1999 г.

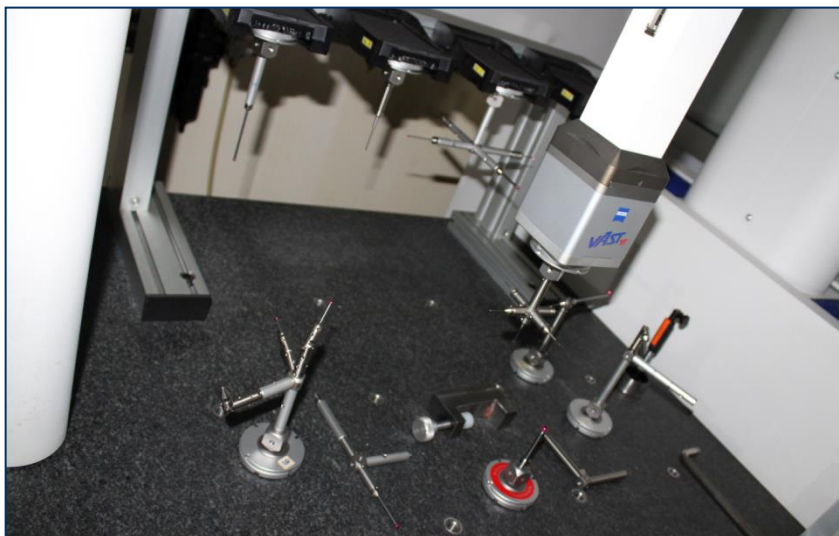
РЕКОМЕНДАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Машины координатно-измерительные портального типа

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МИ 2569-99

МОСКВА. 1999

Значения погрешностей измерений при решении на КИМ других метрологических задач не регламентируются в нормативной и технической документации, их определение требует дополнительных исследований по специальным методикам. Межповерочный интервал – не более одного года.



РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЕРКИ КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИН

1

Спроектировать, изготовить и аттестовать в уполномоченной организации (ФГБУ «ВНИИМС» г. Москва) **объемные** эталоны, позволяющие выполнить оценку погрешности выполнения измерений сложнопрофильных ДСЕ.



2

В соответствии с требованиями: ГОСТ разработать и утвердить в уполномоченной организации (ФГБУ «ВНИИМС», г. Москва) методики поверки КИМ, эксплуатируемых в ПАО «ОДК-Сатурн».



3

Разработать методику расчета (прогнозирования) межповерочного интервала на основе динамики изменения выявленной погрешности измерений.

ОПЫТНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Для оценки погрешности в межповерочный интервал разработана методика калибровки КИМ и изготовлен тестовый объемный эталон.

Утверждено:
Главный инженер
1-й заместитель ГИ И.В. Ильин
« » 2024

МК 010-24
«МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ
МАШИН КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ В МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ
ИНТЕРВАЛ»

Главный метролог Х.В. Барвинок

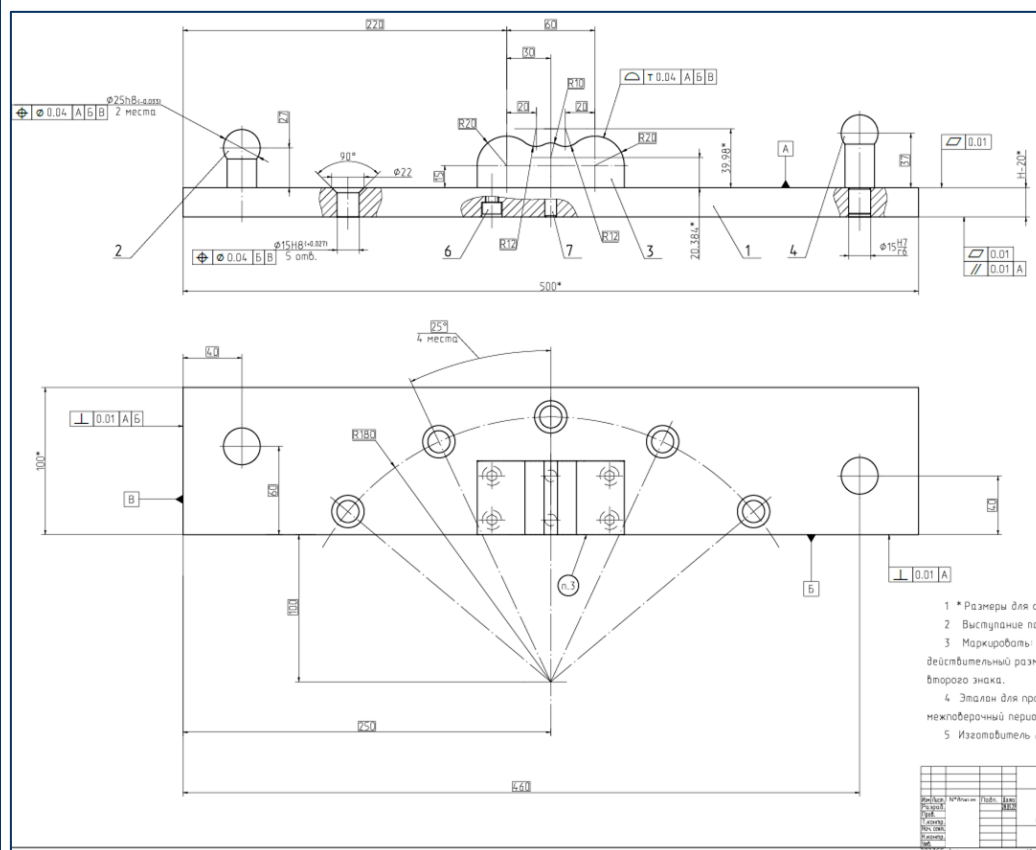
Разработчик:
начальник
сектора МО ГИ А.В. Скребаков

Количество страниц 5



Методика
калибровки КИМ

г. Рыбинск
2024 г.

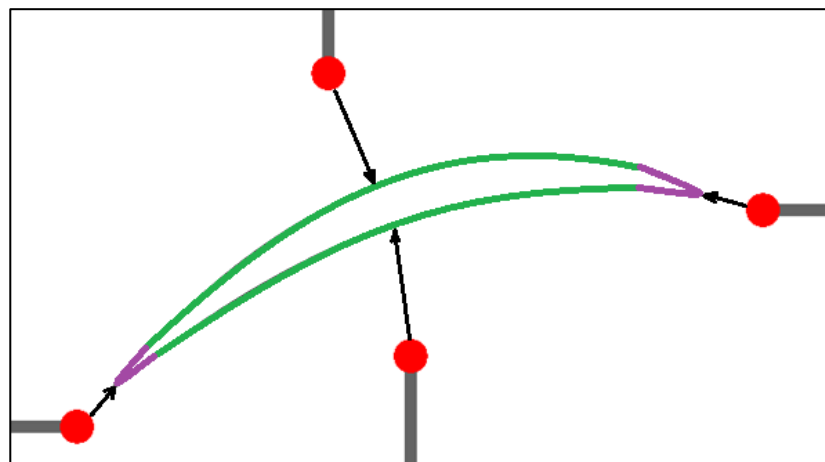


ПРОБЛЕМЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПРОЦЕССЕ ВНЕДРЕНИЯ КИМ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ПО QUARTIS

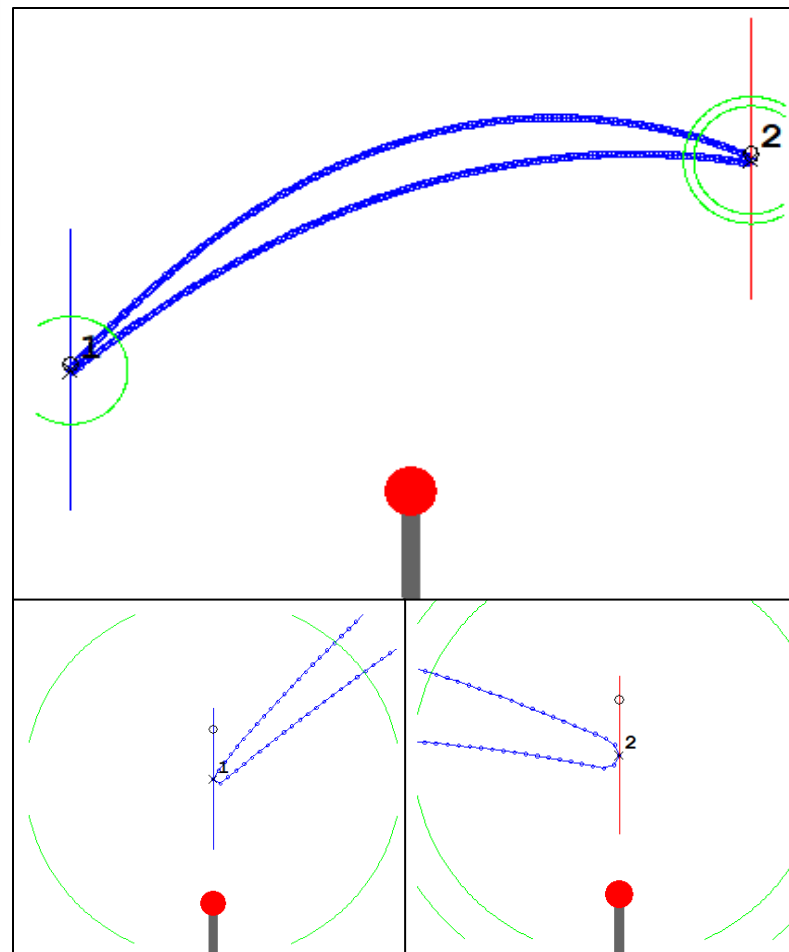
Потери времени:

- на освоение нового программного обеспечения **от 2 до 6 месяцев**;
- на повторную разработку и аттестацию уже имеющихся измерительных программ (включая подбор методики измерения для обеспечения корреляции) **от 8 до 16 часов**;
- на разработку измерительных программ для новой номенклатуры деталей из-за отсутствия определенного функционала **до 50 %**;
- на измерение деталей в связи с использованием неоптимальных траекторий, углов и режимов сбора точек **до 30 %** времени измерения.

Пример измерения сечения пера лопатки в ПО Quartis



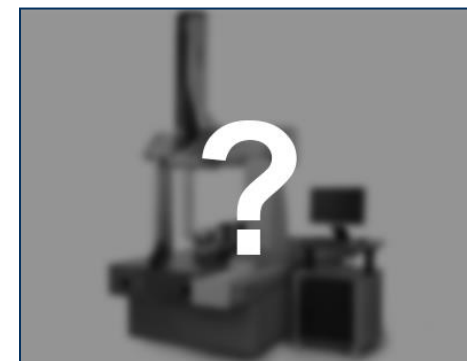
Пример измерения сечения пера лопатки в ПО PC-Dmis



ПРОБЛЕМЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПРОЦЕССЕ ВНЕДРЕНИЯ КИМ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ПО QUARTIS

Ограничения импортного программного обеспечения для КИМ

- Работает только под Windows;
- Отсутствие обратной связи с производителем ПО по доработке функционала;
- Риск прекращения поставки и обновления импортного ПО;
- Отсутствие универсального ПО при идентичной аппаратной части; другой производитель КИМ – другое управляющее ПО.



1

На основе анализа и обобщения информации, содержащейся в действующей нормативной документации, разработать Руководство по измерению на КИМ различных геометрических элементов и величин (линейных и нелинейных параметров, допусков формы и расположения поверхностей)

2

Разработать программное средство («транслятор»), позволяющее на основе ИП, разработанных на одном языке программирования, создавать ИП на другом языке программирования с обеспечением:

- требуемого уровня корреляции результатов измерений – до 30 % от величины поля допуска на параметр;
- высокой производительности процесса трансляции – до 10 мин на 1 ИП

3

В качестве решения задачи по п. 2 рассмотреть создание «открытых» контроллера и универсального ПО для установки на любую КИМ

ПЛАН-ГРАФИК РАБОТ ПО ПРОЕКТУ С УЧАСТИЕМ КОМПАНИИ «ГЕОМЕРА»



ПАО «ОДК-САТУРН»
г. Рыбинск, 152903
пр. Ленина, д. 163
тел.: +7 (4855) 32-97-08
dmitry.barvinok@uec-saturn.ru

www.uecrus.com/about/structure/pao-odk-saturn

