

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ,  
ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО  
ПОВЕРКИ СРЕДСТВ  
ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ КОНКРЕТНОЙ  
ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ)**

Лабутина С.А., Третьяк Л.Н.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный  
университет», Оренбург,  
e-mail: labutina\_sa@mail.ru, tretiak\_ln@mail.ru

Разработка метрологического обеспечения измерений (МОИ) – неотъемлемая часть деятельности любой испытательной лаборатории, стремящейся повысить качество основных видов работ согласно области аккредитации. Термин «метрологическое обеспечение измерений» регламентирован в ГОСТ Р 8.820-2013 [1] как «совокупность элементов и процессов, необходимых для получения измерительной информации с заданными свойствами». Аккредитованная испытательная лаборатория ООО ОМЦ «Стандартприбор» (ООО ОМЦ «СТП») выполняет поверку (подтверждение соответствия средств измерений (СИ) метрологическим требованиям) и калибровку (определение действительных метрологических характеристик) средств измерений по заявкам владельцев средств измерений по видам измерений, заявленным в области аккредитации.

Известно, что качество поверочных работ – комплексная характеристика. Мы выделили основные показатели качества поверки датчиков давления, которые должны быть обеспечены при проведении поверочных работ в лаборатории ООО ОМЦ «СТП» (рис. 1).

Следует отметить, что измерительная информация, полученная при поверке, должна

обладать необходимыми показателями точности (правильности и прецизионности), а также свойствами достоверности и своевременности предоставления этой информации. Точность измерений характеризуется в различных нормативных документах показателями погрешности и неопределенности. Представление достоверного результата измерений – одна из основных задач испытательной лаборатории, которая напрямую связана с метрологической прослеживаемостью. Типичные ошибки испытательной лаборатории при демонстрации метрологической прослеживаемости достаточно подробно и профессионально изложены в исследовании эксперта по аккредитации [2].

Учитывая распространенность применения СИ давления и вакуума в поверочной деятельности метрологической лаборатории, анализ влияющих на качество поверки факторов был выполнен нами на примере датчика избыточного давления КОРУНД-ДИ-001Д. Датчики подобного типа имеют высокий класс точности, часто используются на объектах жилищно-коммунального хозяйства. Применительно к поверке СИ давления нами проведен анализ соответствия элементов МОИ, регламентированных в ГОСТ Р 8.820-2013, требованиям нормативных документов различного уровня, в которых прописаны основные положения по созданию, содержанию и применению этих элементов (таблица). На участке (в лаборатории) при поверке датчика избыточного давления КОРУНД-ДИ-001Д применяется в качестве основного оборудования калибратор давления DPI 615. Прибор (согласно Руководства по эксплуатации – РЭ), предназначен для измерения и воспроизведения избыточного абсолютного давления, разности давлений, давления разрежения, напряжения и силы постоянного тока.



Рис. 1. Основные показатели качества результатов поверки датчиков давления

Анализ соответствия элементов МОИ поверки средств измерений давления установленным требованиям

Элемент МОИ (ГОСТ Р 8.820-2013, п. 6.2) [1]	Нормативный документ, регламентирующий требования	Комментарий
Эталоны, единицы величин	ГОСТ Р 8.885-2015 «ГСИ. Эталоны. Основные положения» ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы величин»	Используются грузопоршневые манометры, задатчики избыточного давления, источник постоянного тока, калибраторы давления
Поверочные и калибровочные установки	KRU415 «Калибратор давления DPI 615. Руководство по эксплуатации»	Соответствуют требованиям методики поверки
Средства измерений	ГОСТ 22520-85 «Датчики давления, разрежения и разности давлений с электрическими аналоговыми выходными сигналами ГСП. ОТУ» КТЖЛ.406234.002-06 РЭ «Датчики давления малогабаритные КОРУНД-ДИ-001Д. РЭ».	Применяются в системах автоматического контроля, в системах регулирования и управления технологическими процессами, а также в системах учета ресурсов
Вспомогательное оборудование	Лб2.832.003 ПС «Барометр-анероид контрольный М67. Паспорт»; ГРПИ.405132.001 ПС «Психрометр аспирационный М-34М. Паспорт»	Вспомогательное оборудование используется для контроля условий окружающей среды при поверке датчиков давления.
Методика поверки	КТЖЛ.406234.003 МП «Датчики давления малогабаритные КОРУНД. Методика поверки»	Методика поверки соответствует требованиям
Оператор (поверитель)	ГОСТ Р 56069-2018 «Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования»	Персонал (поверители) должен быть ознакомлен с требованиями, предъявляемыми к проведению поверки, поверочным оборудованием, а также с правилами безопасного поведения на рабочем месте
Условия поверки	ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»	1) Температура окружающего воздуха $23 \pm 2$ °С. 2) Относительная влажность окружающего воздуха 30 - 80%. 3) Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

«Неопределенность измерений (международный словарь «Неопределенность измерения основных и общих терминов в метрологии (VIM)) – это параметр, относящийся к результату измерения и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине». Этим параметром может быть, например, стандартное отклонение (или величина, пропорциональная стандартному отклонению) или полуширина интервала, которому соответствует заданный уровень доверительной вероятности. Учитывая сложность проблемы оценки неопределенности результатов измерений, анализ факторов и источников проведен нами с применением известного инструмента управления качеством диаграммы Исикавы (рис. 2).

Влияющие на общую неопределенность измерения факторы мы рекомендуем учитывать в соответствии с международными требованиями (ИЛАК G17:2002): «определение объекта измерения; условия окружающей среды и условия измерений; персонал, проводящий поверку; отклонения от методики поверки; поверочное обо-

рудование; программное обеспечение, методы измерения; неопределенность, обусловленная коррекцией результатов измерений для устранения систематических эффектов» [4]. Неопределенность результата измерения отражает отсутствие точного знания значения измеряемой величины неопределенности, связанные со случайными эффектами и неточностью поправки результата на систематические эффекты. Как обосновано в ГОСТ 34100.3-2017 «результат измерения после внесения в него поправки на известные систематические эффекты остается только оценкой значения измеряемой величины [5]».

Таким образом, анализ элементов МОИ, необходимых для поверки средств измерений давления, показал их соответствие установленным требованиям. Интерпретация факта обеспечения достоверности результатов поверки средств измерений должна быть документирована в системе менеджмента качества измерений. Расчет неопределенности требует оценки современного уровня технической составляющей метрологического обеспечения (основного и вспомогательного оборудования).

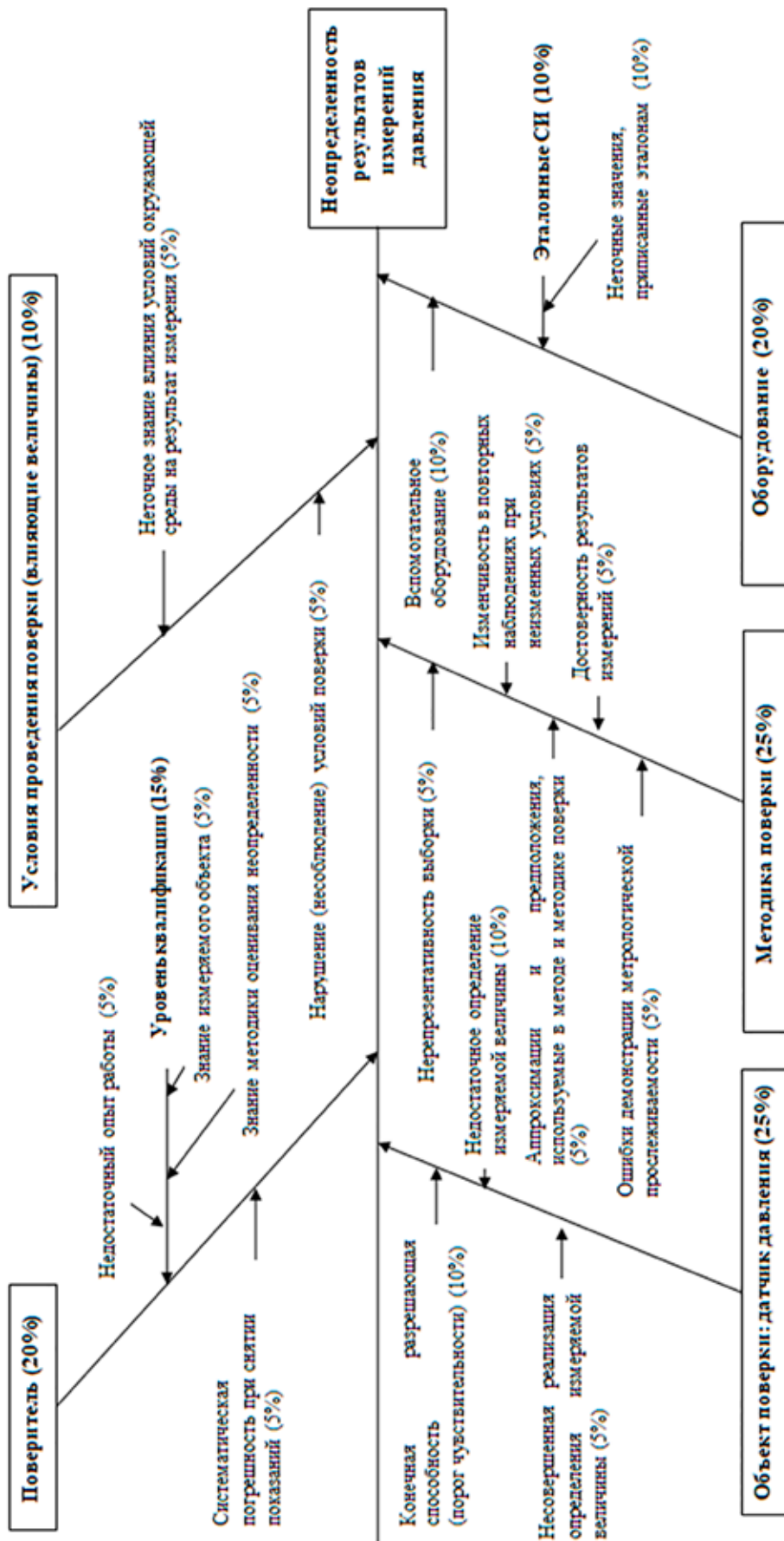


Рис. 2. Диаграмма Искиава источников неопределенности измерений

Предлагается изучить рынок СИ, применяемых в лаборатории ООО ОМЦ «СТП» с целью оценки их метрологических характеристик и обоснования необходимости обновления.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 8.820-2013 ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200107589> (дата обращения: 15.01.2023).
2. Макарова А.И. Типичные ошибки демонстрации метрологической прослеживаемости результатов измерений // Контроль качества продукции. 2022. № 10. С. 51-55.
3. Парфеньева И.Е., Аксенов А.Н. Анализ достоверности поверки средств измерения давления // Технические науки – от теории к практике. 2013. № 19. 13 с.
4. ИЛАК G17:2002. Представление концепции неопределенности измерения в испытаниях совместно с применением стандарта ИСО/МЭК 17025 / ААЦ «Аналитика». 7 с.
5. ГОСТ 34100.3-2017. Неопределенность измерения. Руководство по выражению неопределенности измерения. Часть 3. М.: Стандартинформ, 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/65118/> (дата обращения: 15.01.2023).

#### ТОЧНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Наумова А.И., Панова М.В.

МОУ «Тверской лицей», Тверь,  
e-mail: a\_naumova\_46@mail.ru

Точные решения существуют только для некоторых уравнений определённого вида (линейные, квадратные, тригонометрические и др.), поэтому для большинства уравнений приходится использовать методы приближённого решения с заданной точностью (графические или численные).

В 2022-2023 году в Тверском лицее под руководством преподавателя информатики высшей категории А.И. Наумовой ученица 11 физико-математического класса Панова Мария написала научную работу по теме: «Решение вычислительных задач с заданной точностью».

Цель данной работы заключается в том, чтобы получить дополнительные знания по этой теме, научиться строить и исследовать информационные модели на примере приближенного решения уравнений на языках объектно-ориентированного программирования Python, Visual Basic for Applications (VBA), а также использовать дополнительные возможности табличного процессора MS Excel 2010.

Работа состоит из двух частей: теоретической (даны определения методов решения: графические методы – построение компьютерных моделей; численные методы решения уравнения путём последовательных приближений (итераций)) и практической (дано описание содержательной постановки задачи, формальной и компьютерной модели).

Рассмотрено несколько вариантов: решение уравнения на языке Python (графический метод и численный метод половинного деления); решение в табличном процессоре MS Excel 2010 (графический метод, численный метод на языке Visual Basic for Applications (VBA) и ис-

пользование надстройки Поиск решения для оптимизации целевой функции).

Анализ полученных результатов проведённых исследований показал, что решение с заданной точностью даёт более точные результаты по сравнению с графическими методами решения задачи.

Проведённый компьютерный эксперимент наглядно показывает практическую значимость выполненной работы.

Полностью ознакомиться с работой можно на сайте <https://www.rae.ru/> в рамках проведения XVII Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» в секции «Информатика».

#### РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРИЛОЖЕНИИ КОМПАС-3D LT

Наумова А.И., Тарасов А.Ю.

МОУ «Тверской лицей», Тверь,  
e-mail: a\_naumova\_46@mail.ru

Проектно-конструкторская документация является важнейшим компонентом современных производств. Уровень и качество создаваемой конструкторской документации во многом определяют эффективность и конкурентоспособность современных высоко-технологичных производств. Переход на новые технологии геометрического моделирования позволяет создавать качественно новые двух-, трех- и четырехмерные электронные модели изделий.

Для решения подобных задач российской компанией «АСКОН» разработана универсальная система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D LT, которая позволяет в оперативном режиме выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчётно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы, создавать трёхмерные ассоциативные модели отдельных деталей.

В 2021-2022 году в Тверском лицее под руководством преподавателя информатики высшей категории А.И. Наумовой ученик 10 физико-математического класса Тарасов Артём написал научную работу по теме: «Основы инженерной графики в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D LT».

Цель данной работы заключается в том, чтобы получить дополнительные знания по этой теме и научиться создавать чертежи и детали в данном приложении.

Работа состоит из двух частей: теоретической (дано описание истории инженерной графики в России, виды чертежей, порядок их чтения) и практической (приведён пример разработки и построения электронной модели конкретной детали: подробно рассмотрены основ-