

Оценка влияния метрологии на экономику: новая методология

А. П. Чирков

*Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний
в Ярославской области (Ярославский ЦСМ), г. Ярославль, Российская Федерация,
e-mail: chirkovap@yandex.ru*

Рассмотрена проблема разработки методов оценки влияния метрологии на экономику и общество. Представлен обзор отечественных и зарубежных публикаций и статистики по рассматриваемому вопросу. Приведены результаты разработки и апробации метода оценки влияния метрологии на экономику. Представленный метод основан на оценке доли в добавленной стоимости затрат на метрологию как на уровне страны, так и на уровне отдельных видов экономической деятельности. Показана сопоставимость результатов апробации методики с показателями, полученными ранее отечественными и зарубежными специалистами.

Ключевые слова: метрология, экономика, добавленная стоимость.

В последнее время всё острее встаёт вопрос об оценке влияния метрологии на экономику. В частности, в Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года (далее – Стратегия) важной системной проблемой названо отсутствие механизмов прогнозирования потребностей общества в измерениях и методов оценки влияния метрологии на качество жизни и экономику страны в целом. В апреле 2020 г. исполнилось три года с момента утверждения Стратегии. Однако до настоящего времени нет официальных документов, содержащих такие методы, и проблема прогнозирования также не решена.

Опыт рассмотрения разработок в области прогнозирования развития экономики с применением закономерностей технологических укладов даёт основание считать, что и прогнозирование развития метрологии целесообразно проводить с использованием этих закономерностей [1].

В данной статье рассмотрена разработанная в Ярославском ЦСМ методология оценки влияния метрологии на качество жизни и экономику. По мнению автора, оценку влияния метрологии следует рассматривать с двух сторон:

как функцию, без которой невозможно выполнять практически любые другие виды деятельности;

оценивать вклад результатов метрологической деятельности в показатели экономики страны.

В этом случае можно показать роль работ, связанных с выполнением и обеспечением измерений, а можно в стоимостных показателях оценить хозяйственную деятельность и определить часть этих показателей в общих результатах хозяйственной деятельности.

Обзор публикаций по оценке влияния метрологии на качество жизни и экономику. Рассмотрение проблем оценки вклада измерений и метрологии в экономику началось в 1970-е гг. Первые публикации по этой тематике

появились в 1977 г. за рубежом [2] и в нашей стране [3]. Обзор большого числа зарубежных публикаций о влиянии метрологии на экономику и общество для Международного комитета законодательной метрологии выполнен Д. Бёрчем (Австралия) [4].

О влиянии метрологии на качество жизни и экономику. В [3] приведены следующие сведения: «В нашей стране ежедневно производится свыше 20 млрд. измерений. ... По ориентировочным расчётам измерения являются основной функцией работы около 4 млн. человек (работники ОТК, лаборанты, операторы, испытатели и др.). Периодически измерения выполняются около 30–40 млн. человек (пилоты, шоферы, штурманы, врачи, рабочие и др.)».

В [4] отмечено, что годовой экономический эффект за счёт совершенствования метрологического обеспечения в 1980-е гг. оценивался на уровне 2,5–3 млрд. руб.

В [5] сказано, что метрология обеспечивает значительные выгоды для экономики и общества, в числе которых: помощь гражданскому обществу, технологическое воспитание, уменьшение смертей и несчастных случаев, улучшение окружающей среды, улучшение здоровья через стандартизацию измерений и испытаний, т. е. повышение качества жизни. В частности, приведён пример экономического эффекта в Австралии при уменьшения числа аварий в результате внедрения средств измерений для контроля соблюдения правил дорожного движения: экономия в размере приблизительно 1,6 млрд австралийских долларов получена при сокращении на 380 числа смертельных случаев на дорогах в результате аварий.

Вклад метрологии в экономику. В [3] приведены данные о доле затрат на измерения в экономике страны в целом и в отдельных её отраслях. В частности, затраты на измерения в себестоимости промышленной продукции составляли 5 %;

затраты на измерения в затратах на производство автобусов – 10 %; затраты на измерения в затратах на производство радиоэлектроники – 25 %; затраты на измерения в затратах на производство микроэлектроники 25–50 %; затраты на измерения в затратах на производство кондитерской и обувной промышленности – 2–3 %; доля средств измерений (СИ) в основных производственных фондах – 4 %. В [3] также отмечено, что удельный вес измерений в научных исследованиях составлял (на примере космической программы «Аполлон» (США)) свыше 40 %.

В [6] приведены данные о доле затрат на измерения в себестоимости строительства, которые оценены в размере около 1 %. Эти данные получены коллективом учёных Госстандарта СССР в период 1972–1973 гг. при подготовке прогноза развития метрологического обеспечения народного хозяйства на дальнейшую перспективу в рамках очередного пятилетнего плана [3]. Можно предположить, что в тот период были получены соотношения и по другим отраслям. По крайней мере, административно-командные методы управления позволяли запрашивать и получать такие данные.

Аналогичные соотношения были получены в тот период и за рубежом. Так, в анализе для Международного комитета законодательной метрологии «Польза законодательной метрологии для экономики и общества» [5] приведены данные, полученные сотрудниками National Institute of Standards and Technology (NIST, США). В [5] отмечено: «цифры добавочной стоимости, определённой как величина товаров и услуг, проданных по цене менее нетрудовых издержек плюс другие пункты, такие как, например, доход и косвенные деловые налоги, были определены Бюро экономического анализа министерства торговли США для каждой отрасли промышленности. Стоимость труда является одним из наибольших компонентов добавочной стоимости. Дон Вито использовал компонент труда в добавочной стоимости как заменитель общей величины добавочной стоимости, чтобы получать величину, добавленную от измерений, связанных с деятельностью для каждой отрасли и, суммируя по всем отраслям, получил, что величина, добавленная от связанных с деятельностью в области измерений, составила 3,5 % валового национального продукта».

В более поздних публикациях можно найти соотношения и по другим отраслям. В выступлении Г. Семерджян и Р. Уоттера [7] на международной конференции «Роль метрологии в экономике и социальной жизни» в г. Брауншвейг в 1998 г. сказано, что затраты на измерения в медицине составляют более 20 %.

В [8], ссылаясь на вышеприведенные данные и без комментариев о каких либо проведённых дополнительно исследованиях, написано, что «по оценкам экспертов доля затрат на измерения составляет 5–10 % общественного труда, а в отраслях промышленности, в которых производят сложную технику, она достигает 20–30 %. Стоимость таких работ в России составляет около 2 %, а в развитых странах 4–6 % валового внутреннего продукта (ВВП)».

Разработка методологии оценки влияния метрологии на экономику. Все выше приведённые оценки влияния метрологии на экономику строились на данных, полученных в 1970-е гг. Необходимо получить такие оценки на основании актуальных современных данных. Для этого требуется сформулировать основные принципы решения этой задачи, т. е. концепцию.

Концепция. Сегодня одним из главных оценочных показателей экономики страны являются валовой национальный продукт (ВВП) и валовая добавленная стоимость (ВДС). Поэтому и главным показателем оценки вклада метрологии в экономику следует признать добавленную от измерений стоимость и её долю в НДС на уровне страны, а также добавленную от измерений стоимость для соответствующей отрасли или вида экономической деятельности.



Рис. 1. Амортизационные отчисления в основных видах экономической деятельности

Fig. 1. Structure of depreciation charges for the main types of economic activity



Рис. 2. Структура кадров страны и основных видов экономической деятельности

Fig. 2. Personnel structure of the country and the main types of economic activities

В соответствии с Методологическими положениями по статистике (Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. Выпуск 2, 1998 г. 5.4.2. Добавленная стоимость. URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/free/b99_10/isswww.exe/stg/d010/i010810r.htm) «в составе валовой добавленной стоимости выделяются следующие элементы: фонд оплаты труда наёмных работников (включая оплату труда и отчисления на социальное страхование), чистая прибыль, чистый смешанный доход, налоги на производство, субсидии на производство, потребление основного капитала, косвенно измеряемые услуги финансового посредничества. ... Потребление основного капитала представляет собой уменьшение стоимости основного капитала в результате его физического и морального износа».

Таким образом, в состав добавленной стоимости в качестве основных элементов входит заработная плата, отчисления

на социальное страхование, чистая прибыль, амортизация основных средств, налоги и субсидии.

Соответственно, с точки зрения метрологии в добавленную стоимость входят:

заработная плата, выплаченная за выполнение работ по измерению;

отчисления на социальное страхование от фонда заработной платы, выплаченной за выполнение работ по измерению; амортизационные отчисления по СИ.

Анализ сведений, имеющихся в Росстате (Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://gks.ru>), показал, что данные о ВДС и добавленной стоимости по отдельным отраслям публикуются ежегодно.

Данные о зарплате, выплаченной за работы по измерению, и информацию о сумме амортизационных отчислений по СИ необходимо получить. Учитывая, что сегодня получить

данные от всех хозяйствующих субъектов можно лишь теоретически, предлагается использовать официальную статистику и, принимая некоторые условия, на её основе получить необходимые данные.

Для этого потребуются не только данные о ВДС, но и данные об амортизационных отчислениях и фонде заработной платы. Эти данные можно получить в базе данных Росстата (Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <https://gks.ru>): (среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по видам экономической деятельности (в соответствии с ОКВЭД2) в Российской Федерации за 2017–2018 гг.; среднегодовая численность занятых в России по видам экономической деятельности; амортизация основных фондов, начисленная за отчётный год в коммерческих организациях (без субъектов малого предпринимательства) по видам экономической деятельности).

Для выделения из общих данных сведений, относящихся к затратам на измерения, предлагается вычислить долю амортизационных отчислений по СИ с использованием Классификатора основных средств, включаемых в амортизационные группы (утверждён Постановлением Правительства РФ от 01.01.2002 № 1), а долю фонда оплаты труда за работы по выполнению измерений – с использованием Реестра профстандартов (Реестр профстандартов: [сайт]. URL: <https://www.profstandart-rosmintrud.ru/reestr-profstandartov>).

Формирование коэффициентов доли затрат, связанных с измерениями.

Коэффициент доли СИ в амортизационных отчислениях основных фондов. Для получения информации о доле амортизационных отчислений от стоимости использованных в экономике СИ в общей стоимости основных средств можно использовать данные о размерах амортизационных отчислений в разрезе разделов отраслей экономики по Классификатору ОК 029-2014 (Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст, ред. от 14.11.2019 с изм. и доп. вступ. в силу с 01.01.2020)). Задача заключается в получении данных по СИ. Для этой цели предлагается использовать информацию

о СИ в Классификаторе основных средств, включаемых в амортизационные группы. Классификатор имеет 571 позицию. Для решения этой задачи на первом этапе проанализированы все позиции Классификатора основных средств, включаемых в амортизационные группы, и выделены те из них, которые относятся к СИ. Результат: 26 позиций Классификатора можно отнести к СИ. Используя полученные данные, вычислим долю таких позиций в Классификаторе: $26/571=0,046$ или 4,6 %, т. е. можно принять, что доля СИ в амортизационных отчислениях в целом по стране составляет 4,6 %. Аналогично выполнен анализ и по отдельным видам экономической деятельности.

Доли СИ в амортизационных отчислениях основных фондов приведены на рис. 1. Используя эти коэффициенты и сведения из официальной статистики можно определить вклад затрат на СИ в добавленную стоимость как по отдельным видам экономической деятельности, так и на уровне страны.

Коэффициент доли заработной платы специалистов по метрологии. Значение коэффициентов доли заработной



Рис. 3. Объём добавленной от измерений стоимости по видам экономической деятельности (млрд руб.) (а) и её доля в добавленной стоимости видов экономической деятельности (б)

Fig. 3. The amount of value added from measurements of economic activities (billion rubles) (а) and share of value added from measurements in the added value of economic activities (б)

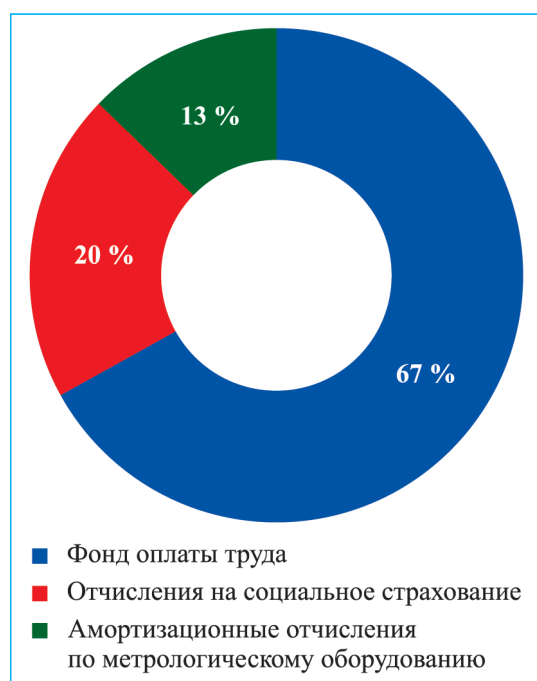


Рис. 4. Структура добавленной от измерений стоимости в ВВП России

Fig. 4. Structure of value added from measurements in Russia's GDP

платы за выполненную метрологическую деятельность в общем объёме заработной платы по экономике в целом и по каждому разделу основных видов экономической деятельности можно вычислить, используя имеющиеся официальные статистические и нормативные материалы. Как и в предыдущем случае придётся прибегать к некоторым допущениям.

Во-первых, предлагается выделить три категории сотрудников: кто использует измерения в основной деятельности; для кого измерения являются одной из должностных функций; для кого измерения являются основным видом деятельности.

В качестве базы данных для анализа кадрового состава по данным критериям принят Реестр профстандартов. Он не только представлен почти строго по структуре данных ВВП в части отраслевой структуры, но и содержание профессиональных стандартов позволяет более объективно отнести профессию к одной из выше приведённых категорий. Паспорта профессиональных стандартов можно использовать при отнесении профессии к конкретной категории.

Для получения данных о категории специалистов, названия которых есть в Реестре профстандартов, сначала необходимо установить соответствие разделов Реестра и наименований разделов видов экономической деятельности в структуре ВВП. Затем по каждому виду экономической деятельности проанализировать структуру кадров на предмет соответствия категории сотрудника критерию. Результаты анализа приведены на рис. 2.

Результаты расчётов показали, что в целом по стране доля специалистов, служащих и рабочих, которые применяют измерения в основной деятельности, составила 33,2 %. Доля специалистов, служащих и рабочих, для которых измерения являются одной из должностных обязанностей – 61,71 %, а если измерения являются основным видом деятельности – 5,09 %. Аналогично выполнен анализ и по отдельным видам экономической деятельности.

Использование разработанной методологии для оценки влияния метрологии на экономику России. Используем официальную статистику о среднемесячной заработной плате и численности сотрудников и получим данные о выплаченной заработной плате в течение года. Для получения более осторожной оценки в расчёте применим коэффициент доли заработной платы специалистов, для которых измерения являются основным видом деятельности (контролеры, специалисты по метрологии и т. п.).

На основе данных о фонде оплаты труда и коэффициентов доли заработной платы специалистов, выполняющих метрологическую деятельность, можно вычислить затраты на зарплату за выполненные измерения. В целом по стране они составили более 1632 млрд рублей.

Для расчёта суммы амортизационных отчислений по метрологическому оборудованию используем полученные значения коэффициента доли амортизационных отчислений и данные официальной статистики об амортизационных отчислениях. В целом по стране они составили более 315 млрд рублей. Затем вычислим сумму добавленной от измерений стоимости и долю добавленной от измерений стоимости в общей добавленной стоимости по видам экономической деятельности и в целом по стране.

По результатам вычисления вклад метрологии в ВДС составляет около 2,4 трлн рублей или 2,7 % ВВП. При этом наибольшая доля затрат на измерения отмечается в добавленной стоимости таких видов экономической деятельности, как обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха (6,1 %), деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (3,5 %), деятельность в области информации и связи (2,5 %).

На рис. 3 представлены диаграммы распределения видов экономической деятельности по величине и доле затрат на измерения в добавленной стоимости. На рис. 4 показана структура добавленной от измерений стоимости в ВВП страны. Основную долю составляют затраты, связанные с трудовым вкладом метрологов и специалистов, занятых измерениями и испытаниями.

Следует обратить внимание на сопоставимость этих показателей с показателями, полученными отечественными и зарубежными специалистами в XX в. Эти данные в целом по стране и по отдельным видам экономической деятельности приведены в таблице.

Использование в качестве исходных данных для расчёта не фактических значений затрат на измерения (трудовых и материальных), а их оценок, полученных косвенным путём, является слабым местом предлагаемой методики. Этот недостаток можно устранить, если получить данные

Сопоставление рассчитанных показателей влияния измерений на экономику Российской Федерации с данными, полученными в XX в.

Макроэкономический показатель	Доля добавленной стоимости от измерений, %			Доля СИ в основных фондах, %		
	XXI в.	XX в.		XXI в.	XX в.	
		Россия	Страны мира		Россия	Страны мира
ВВП	2,69	2,00	3,50	4,55	4,00	—
Вид экономической деятельности:						
Сельское и лесное хозяйства, охота, рыболовство и рыбоводство	1,31	—	—	2,60	—	—
Добыча полезных ископаемых	0,94	—	—	2,20	—	—
Обрабатывающие производства	2,17	5,00	—	5,38	—	—
Обеспечение электрической энергией, газом и паром, кондиционирование воздуха	6,09	—	9,80	3,19	—	—
Водоснабжение, водоотведение, сбор и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,25	—	20,00	1,82	—	—
Строительство	0,57	1,00	—	4,62	—	—
Торговля оптовая и розничная, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	0,00	—	50,00	—	—	—
Транспортировка и хранение	0,52	—	—	4,00	—	—
Информация и связь	2,46	—	8,90	2,56	—	—
Государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение	0,00	—	—	11,11	—	—
Здравоохранение и социальные услуги	3,46	—	20,00	4,76	—	—
Культура, спорт, организация досуга и развлечений	0,25	—	—	23,81	—	—

Примечание. Знак «—» означает, что данных нет.

о заработной плате и затратах на основные фонды, связанные с измерениями. Сегодня практически невозможно получить статистические данные от всех хозяйствующих субъектов о затратах на измерения, а получение сведений от отдельных представителей отраслей по соответствующему запросу вполне реально.

В числе сведений для получения оценок влияния метрологии достаточно двух: доли СИ в основных фондах и доли заработной платы сотрудников, измерения для которых являются основным видом деятельности, в общем фонде оплаты труда.

Распространение таких сведений не может причинить вред хозяйствующим субъектам, при этом подготовка сведений позволит руководителям предприятий получить объективную оценку специалистов, выполняющих измерения и обеспечивающих точность и достоверность информации о качестве и количестве выпускаемой продукции.

Как показали расчёты, ввод дополнительных сведений о доле зарплаты специалистов по метрологии и доле амортизационных отчислений влияют на получение более объективной оценки добавленной от измерений стоимости. В частности, использование более одного значения доли заработной платы специалистов, измерения для которых

являются их основной деятельностью, в общем фонде оплаты труда, а также учёт доли амортизационных отчислений по метрологическому оборудованию для указанных выше (см. таблицу) видов экономической деятельности привели к увеличению количественного значения оценки доли добавленной от измерений стоимости в ВВП страны более чем в два раза. Учёт доли заработной платы сотрудников позволил вычислить и погрешность такой оценки. При этом надо иметь в виду, что чем больше данных будет использовано в расчётах, тем более точной будет оценка и меньше погрешность.

Заключение. Апробация предлагаемой методологии на официальных статистических данных и сопоставление результатов оценки влияния метрологии на экономику с ранее полученными данными показала, что её применение позволяет объективно оценить вклад метрологии в экономику страны и отдельных видов экономической деятельности.

Список литературы

1. Исаев Л. К., Чирков А. П. О востребованности эталонной базы: новый подход // Измерительная техника. 2015. № 2. С. 23–26.

2. Poulson Barry W., *Economic Analysis of the National Measurement System*, National Bureau of Standards, September 1977.

3. Курников И. Б. Экономическая эффективность метрологического обеспечения. М.: Знание, 1977. 56 с.

4. Birch J., Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society (A study for the International Committee of Legal Metrology, 2003), available at: https://www.oiml.org/en/files/pdf_e/e002-e03.pdf (accessed: 01.08.2020).

5. Окрепилов В. В., Антохина Ю. А., Исаев Л. К., Чирков А. П. Экономика метрологии: монография. СПб.: ГУАП, 2017. 175 с.

6. Бесфамильная Л. В. Экономическая эффективность средств измерений при контроле качества продукции. М.: Издательство стандартов, 1986. 192 с.

7. Hratch G. Semerjian, Robert L. Watters, *Metrology: Impact on National Economy and International Trade*, Role of Metrology in Economic and Social Development, Seminar, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, vol. 9, June 1, 1998, Brunswick, GE.

8. Окрепилов В. В., Крутиков В. Н., Элькин Г. И. Экономическая составляющая в обеспечении единства измерений // Измерительная техника. 2014. № 2. С. 3–8.

References

1. Isaev L. K., Chirkov A. P., *Measurement Techniques*, 2015, vol. 58, no. 2, pp. 143–148.

<https://doi.org/10.1007/s11018-015-0676-4>

2. Poulson Barry W., *Economic Analysis of the National Measurement System*, National Bureau of Standards, September 1977.

3. Kournikov I. B., *Economicheskaya effektivnost' metrologicheskogo obespecheniya*, Moscow, Znanie Publ., 1977, 56 p. (in Russian).

4. Birch J., Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society (A study for the International Committee of Legal Metrology, 2003), available at: https://www.oiml.org/en/files/pdf_e/e002-e03.pdf (accessed: 01.08.2020).

5. Okrepilov V. V., Antokhina Yu. A., Isaev L. K., Chirkov A. P., *Economica Metrologii*, Monograph., SPb., GUAP Publ., 2017, 175 p. (in Russian).

6. Besfamil'naya L. V., *Economicheskaya effektivnost' sredstv izmereniy pri kontrole kachestva productsii*, Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1986, 192 p. (in Russian).

7. Hratch G. Semerjian, Robert L. Watters, *Metrology: Impact on National Economy and International Trade*, Role of Metrology in Economic and Social Development, Seminar, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, vol. 9, June 1, 1998, Brunswick, GE.

8. Okrepilov V. V., Krutikov V. N., Elkin G. I., *Measurement Techniques*, 2014, vol. 57, no. 2, pp. 109–116.

<https://doi.org/10.1007/s11018-014-0416-1>

Дата поступления: 29.04.2020.

Дата принятия: 23.06.2020.

Assessment of the impact of metrology on the economy: new methodology

Alexey P. Chirkov

State Regional Center for Standardization, Metrology and Testing in the Yaroslavl region, Yaroslavl, Russian Federation, e-mail: chirkovap@yandex.ru

The problem of methods preparation for assessing the impact of metrology on the economy and society is considered. An overview of domestic and foreign publications and statistics on the issue is presented. The results of the development and testing the method for assessing the impact of metrology on the economy are adduced. The represented method is based on the estimation of the share in the added value of metrology costs both at the country level and at the level of separate economic activities. The comparability of the results of testing the method with the indicators obtained earlier by domestic and foreign specialists is shown.

Key words: metrology, economy, value added.