

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №3, Том 12 / 2020, No 3, Vol 12 <https://esj.today/issue-3-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/70ECVN320.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Файкова Е.Д., Файков Д.Ю. Государственные первичные эталоны как общественное благо (на примере их использования в медицине) // Вестник Евразийской науки, 2020 №3, <https://esj.today/PDF/70ECVN320.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Faikova E.D., Faikov D.Yu. (2020). State primary standards as a public good (on the example of their use in medicine). *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(12). Available at: <https://esj.today/PDF/70ECVN320.pdf> (in Russian)

УДК 330.111.66; 006.91

ГРНТИ 90.01.75

Файкова Екатерина Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия
Магистрант
E-mail: kasofa2301@gmail.com

Файков Дмитрий Юрьевич

ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», Саров, Россия
Доктор экономических наук, доцент
E-mail: cat1611@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3532-1352>

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=459360

Researcher ID: <https://www.researcherid.com/rid/AAN-6046-2020>

**Государственные первичные
эталонны как общественное благо (на примере
их использования в медицине)**

Аннотация. В статье рассмотрено создание и использование государственных первичных эталонов – базовой части функция государства по обеспечению единства измерений, как общественных благ, определены их сущность, особенности, влияние на другие сферы деятельности. Отмечена важность и актуальность темы в связи с ускорением научно-технического прогресса, внедрением новых технологий. Сделан вывод о недостаточной разработанности экономических аспектов метрологии и использования государственных первичных эталонов российскими исследователями. Авторами выделены положительные внешние эффекты, которые создают государственные первичные эталоны и обеспечение единства измерений.

Подчеркнута ведущая роль Российской Федерации на международном уровне в области создания, содержания и использования государственных первичных эталонов. В практической части работы с помощью эконометрической модели выявлено влияние введения государственных первичных эталонов ионизирующего излучения на повышение качества жизни, в частности на снижение смертности от онкологических заболеваний. Проведено сравнение различных спецификаций уравнения регрессии (метода наименьших квадратов, с использованием фиксированных и случайных эффектов) и выбрана модель, лучшим способом

отражающая зависимость смертности от онкологических заболеваний от использования в лучевой терапии государственных первичных эталонов ионизирующего излучения.

Результаты моделирования подтвердили правильность представления единства измерений и государственных первичных эталонов как общественного блага. В качестве информационной базы исследования, в том числе, для построения эконометрической модели, использованы данные государственной статистики РФ, международных организаций, научные работы зарубежных и российских исследователей. Полученные в работе результаты будут использованы для дальнейших исследований в области общественных благ, экономических аспектов метрологии, использовании государственных первичных эталонов.

Ключевые слова: метрология; единство измерений; эконометрическая модель; государственный первичный эталон ионизирующего излучения; снижение смертности от рака

Введение

Человечество находится на пороге четвертой промышленной революции. Новые способы производства (часто именуемые, как «Индустрия 4.0») позволяют создавать товары и услуги с новыми потребительскими качествами, что заметно влияет на улучшение качества жизни. Усложнение технологий, включение в производственные процессы различных предприятий, в том числе, из разных стран, предъявляют серьезные требования к точности и сопоставимости измерений. Цель работы – обосновать государственные первичные эталоны (ГПЭ), являющиеся базовой частью единства измерений, как общественное благо. Выдвинута гипотеза о том, что улучшение эталонной базы измерений позволит улучшить качество жизни населения. Для достижения цели необходимо рассмотреть теоретические и практические аспекты единства измерений и государственных первичных эталонов, оценить их значимость для государства, выбрать данные для эконометрической модели, которая может подтвердить (или не подтвердить) гипотезу, построить модель и оценить полученные результаты. Полученные в работе результаты могут быть использованы для дальнейших теоретических и практических исследований в области общественных благ, в том числе здравоохранения, метрологии и пр. В практическом плане результаты могут быть интересны разработчикам государственных первичных эталонов и соответствующего оборудования.

Методы

Представленное в статье исследование опираются на теоретическую концепцию общественных благ, для достижения цели использованы институциональный и системный подходы. В методическом плане применены общетеоретические методы анализа и синтеза, а также построение эконометрической модели. Результаты моделирования показали влияние введения государственного первичного эталона ионизирующего излучения на снижение смертности от онкологических заболеваний, что подтвердило правильность представления единства измерений и государственных первичных эталонов, как общественного блага. Выбор данных для модели основан на методике Всемирной организации здравоохранения в области лечения рака. В качестве информационной базы использованы данные государственной статистики РФ, международных организаций, научные работы зарубежных и российских исследователей.

Результаты

Государственные первичные эталоны: теоретический и практический аспект

Одна из важных функций государства – обеспечение единства измерений. В российском законодательстве указывается, что единство измерений, регулируемое и защищаемое государством, необходимо для «...защиты граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений; защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности; содействия развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу»¹. Эти цели показывают общественную значимость единства измерений.

Реализацию задач государства по обеспечению единства измерений обеспечивает метрология, которую можно представить как науку, нормативную и практическую деятельность. По определению Международного бюро мер и весов «Метрология – это наука об измерениях, охватывающая как экспериментальные, так и теоретические определения на любом уровне неопределенности в любой области науки и техники»². В российском правовом понимании метрология – это «наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности»³. Развитие метрологии оказывает влияние на развитие экономики в целом. С одной стороны, с усложнением производства, повышением в нем доли высоких и современных технологий, требования к точности измерений повышаются. С другой стороны, увеличиваются и затраты на измерения. В современном производстве их доля составляет от 10 до 15 %, а в высокотехнологичных отраслях (электроника, авиация) – от 50 до 70 % общих затрат [1]. В то же время, точность измерений дает возможность использовать новые технологии для повышения качества жизни людей, в частности, в медицине – новые формы лечения (лапароскопия, ядерная медицина, лучевая терапия и пр.), создание искусственных органов с помощью 3D-печати и т. д. А.П. Чирков приводит данные, что в 2011 году в России добавленная от измерений стоимость составила более 1,5 трлн рублей [2], а в 2017 – более 8 трлн руб. [3]. Указывается, что для стран ЕС увеличение затрат на метрологию в объеме 1 % ВВП дает прирост ВВП на 2,7 % [4].

Одним из ключевых институтов метрологии являются эталоны. Они обеспечивают хранение измеряемых величин, их воспроизведение и передачу. Существует несколько видов эталонов по степени их точности: государственные первичные эталоны, государственные эталоны, вторичные и рабочие эталоны. Государственные первичные эталоны обеспечивают не только эталонную точность измерений в стране, но и используются для ее сопоставления и передачи на международном уровне. Государственные эталоны находятся в федеральной собственности⁴, и являются объектами стратегической значимости⁵.

¹ Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

² Worldwide metrology // Bureau International des Poids et Mesures. URL <https://www.bipm.org/en/worldwide-metrology/> (дата обращения 13.03.2020).

³ Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115154> (дата обращения: 29.04.2020).

⁴ Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ).

⁵ ГОСТ 8.809-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны первичные государственные. Создание, утверждение, содержание и применение. М., 2014 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103392> (дата обращения 30.04.2020).

Государственные первичные эталоны – это уникальные средства измерений, которые представляют собой сложнейшие измерительные комплексы, включающие оборудование, расчетные мощности, здания и сооружения, созданные с учетом новейших достижений науки и техники⁶. Создание и содержание ГПЭ является затратным для государства, поэтому далеко не все страны обладают ими. Наличие национального первичного эталона в значимых для государства областях деятельности – это не только техническая необходимость, но также вопрос безопасности. Государства, у которых нет ГПЭ, сверяют свои эталоны с ГПЭ тех стран, где они есть. Российская Федерация является одной из ведущих стран по наличию ГПЭ и калибровочных и измерительных возможностей, признанных Международным бюро мер и весов (возможности, которые предоставляет наличие в стране ГПЭ, это принятая в Международным бюро мер и весов категория для сравнения государств по возможностям измерений) (рисунок 1).

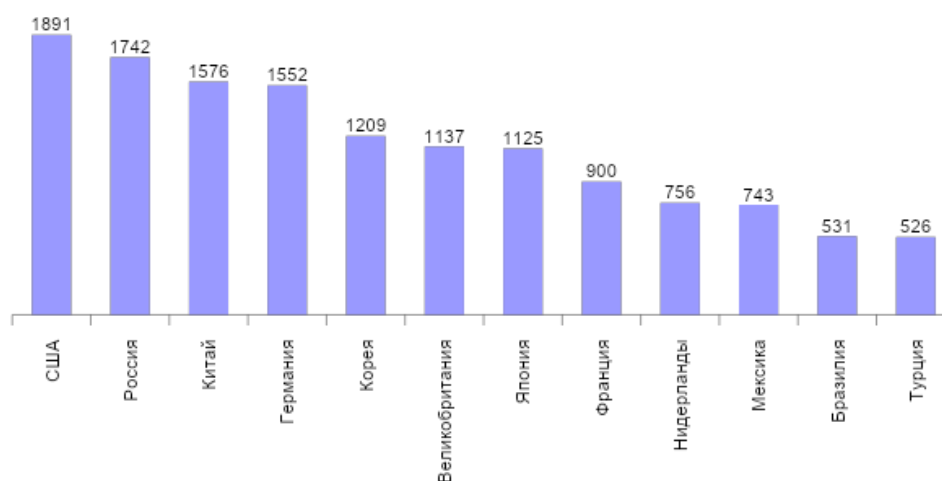


Рисунок 1. Распределение калибровочных и измерительных возможностей по странам (наибольшее количество), апрель 2019 года (источник: составлено авторами по: Международное Бюро Мер и Весов, статистика KCDB. URL: https://kcdb.bipm.org/kcdb_statistics.asp (дата обращения 25.04.2020))

Экономические аспекты использования ГПЭ в большей степени исследуются зарубежными авторами. Несмотря на направленность исследований в сторону повышения экономической эффективности использования ГПЭ, их общественная значимость не ставится под сомнение. Стоит выделить исследования Национального института стандартов США [5; 6], работы Дж. Берча (John Birch) [7], П. Суонна (Peter Swann) [8], П.И. Неежмакова, А.В. Прокопова (Украина) [9] и др. В то же время ощущается дефицит такого рода исследований в России. За последние 5 лет можно выделить работы А.П. Чиркова [2; 3; 10], коллективов под руководством С.А. Трухачева [11], В.В. Окрепилова [12], ряд методических пособий для студентов [13; 14].

Основные положения теории общественных благ были заложены такими экономистами, как Р. Коуз, П. Самуэльсон, Д. Стиглер, Д. Норт, Дж.Ю. Стиглиц. В нашей стране общественные блага исследуют Р.И. Капелюшников, Л.И. Якобсон, А.А. Аузан, А.Е. Шаститко и другие. Деятельность государства по обеспечению единства измерений имеет явно выраженные характеристики общественного блага. Эта деятельность направлена на всех жителей страны, потребление ее одним лицом не исключает возможностей ее использования другими, единство измерений одинаково доступно всем гражданам. Единство измерений имеет

⁶ Эти комплексы представлены в Базе данных Реестра государственных первичных эталонов России: <http://www.gos-etalon.ru>.

положительные внешние эффекты. Исследования в этих направлениях представлены в основном в работах иностранных авторов: единство измерений, как источник положительных внешних эффектов – К. Робертсона (Kristel Robertson), Я. Свонепола (Jan A. Swanepoel) [15]; повышение конкурентоспособности национальных отраслей промышленности на мировых рынках – Х. Семржан (HratchG.Semerjian), Р. Воттерс (Robert L., Watters Jr.) [16]; влияние метрологии на борьбу с экономическими правонарушениями – В. Родригес (B. Rodrigues Filho), А. Соратто (A. Soratto), Р. Гонсалес (R. Gonçalves) [17] и т. д.

Создание, модернизация и содержание государством эталонов создает положительные внешние эффекты, которые касаются всех граждан государства как непосредственно (например, повышение качества продукции с ростом точности измерений), так и опосредованно, влияя на изменение таких показателей, как обороноспособность, промышленный потенциал или величина поступлений в государственный бюджет⁷. Государственные первичные эталоны периодически проходят сличение – сравнение с первичными эталонами других стран. Это позволяет резидентам разных государств применять одинаковые единицы величин (и по названию, и по содержанию), что особенно важно для деятельности на мировых рынках. Например, строительство Государственной корпорацией «Росатом» атомных электростанций в разных странах требует единства измерений многих физических величин в разных метрологических областях (длина и угол, масса, сила давление и вязкость, радиация и ионизирующие излучения, фотометрия и радиометрия, термометрия и пр.). При отсутствии отечественных ГПЭ, проходящих сличения с эталонами другими странами, такая деятельность требовала бы, как минимум, значительных издержек.

Использование государственных первичных эталонов и обеспечение единства измерений, как и другие общественные блага, имеют функцию принуждения во избежание «проблемы безбилетника». В определенных в законе случаях (они необходимы для развития наиболее перспективных видов деятельности) государство обязывает проводить стандартизацию измерений, для чего используются и ГПЭ⁸; лица, содержащие и применяющие рабочие эталоны, обязаны регулярно аттестовывать их в соответствующих метрологических центрах⁹; в некоторых случаях государство обязывает создавать метрологические службы в любых, даже частных компаниях.

Приняв за данность, что государственные первичные эталоны, как базовая часть обеспечения единства измерений, являются общественным благом, можно предположить, что улучшение эталонной базы позволит улучшить качество жизни населения.

Проверку этой гипотезы проведем путем анализа влияния введения государственного первичного эталона ионизирующего излучения на результаты лечения онкологических заболеваний. В лучевой терапии в качестве основного параметра используется «поглощенная доза» – количество поглощенной веществом энергии. Для успешного лечения онкологических заболеваний с применением медицинских линейных ускорителей общепризнанной международной рекомендацией является максимальная погрешность доставки поглощенной дозы пациентам не превышающая 5%. Отсюда возникает необходимость проводить любые измерения поглощенных доз на ускорителях с погрешностью, не превышающей 3% [18]. Для измерения поглощенной дозы и точности работы медицинского оборудования

⁷ Приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 мая 2016 года N 587 «Об утверждении Методики принятия управленческих решений в отношении Государственных первичных эталонов» URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71305876/> (дата обращения 22.04.2020).

⁸ Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

⁹ Постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года N 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

разрабатываются и утверждаются эталоны измерения, в частности, действующие сейчас государственные первичные эталоны ГЭТ 38-2011 для обеспечения точности измерений поглощенной дозы излучений¹⁰ и ГЭТ 72-2001, используемый для измерения точности работы медицинских ускорителей¹¹. Эталоны введены в 2012 и 2001 годах соответственно.

Влияния введения государственного первичного эталона на качество жизни (построение математической модели)

Для оценки влияния введения государственного первичного эталона ионизирующего излучения, то есть внедрения более точных измерений физических величин, на результаты лечения онкологических заболеваний мы использовали эконометрический анализ, к которому иностранные исследователи часто прибегают для выявления различных зависимостей смертности населения от онкологических заболеваний [19–22]. Полученные зависимости дают скорее качественный ответ на поставленный вопрос, нежели абсолютную количественную оценку влияния. Основная гипотеза, которую мы хотим проверить, состоит в том, что введение в использование государственного первичного эталона ионизирующего излучения уменьшает количество смертей от злокачественных новообразований.

Выбор данных для модели. Нас интересует, какое воздействие оказывает введение ГПЭ ионизирующего излучения (ГЭТ 38-2011 и ГЭТ 72-2001) на смертность от злокачественных новообразований. Учитывая введение ГПЭ в конкретный год, мы будем использовать бинарные переменные: 0 – конкретный ГПЭ не учитывается в метрологии, 1 – ГПЭ введен и используется. Эти бинарные переменные обозначим как ST6 и ST8 соответственно. Необходимо принимать во внимание, что процесс от введения ГПЭ до доставки их значений медицинским организациям занимает некоторое время, поэтому используем лагированные переменные. Для исследования был выбран временной период с 1999 по 2016 год, так как, во-первых, в нем происходило изменение значений бинарных переменных – были введены рассматриваемые ГПЭ ионизирующего излучения в 2012 и 2001 годах, во-вторых, за этот период доступны необходимые статистические данные.

Для получения несмещенных оценок мы добавили в модель ряд контрольных переменных. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), причинами возникновения и развития рака могут стать следующие факторы: высокий индекс массы тела, низкое потребление фруктов и овощей, недостаток физической активности, употребление табака и алкоголя, загрязненный воздух. Также указывается, что 70 % смертей от рака происходит в странах с низким и средним уровнем дохода, что говорит о ряде социально-экономических проблем в странах¹². Для количественной оценки этих факторов мы выбрали показатели, которые, по нашему мнению, характеризуют их в достаточной степени, а также

¹⁰ ГПЭ единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного и электронного излучений // База данных Реестр государственных первичных эталонов России по состоянию на 15.04.2020 URL: <http://www.gos-etalon.ru/DB/com/index.htm?RU.ETALON> (дата обращения 28.04.2020).

¹¹ ГПЭ единиц потока электронов, плотности потока электронов и флюенса (переноса) электронов, потока энергии, плотности потока энергии и флюенса (переноса) энергии электронного и тормозного излучений // База данных Реестр государственных первичных эталонов России по состоянию на 15.04.2020 URL: <http://www.gos-etalon.ru/DB/com/index.htm?RU.ETALON> (дата обращения 28.04.2020).

¹² Рак / Всемирная организация здравоохранения. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cancer> (дата обращения 23.04.2020).

являются доступными¹³, и использовали их в качестве переменных для построения уравнения регрессии (таблица 1).

Таблица 1

Описание переменных

Причина возникновения и развития рака (ВОЗ)	Показатели, характеризующие причину	Переменная
Зависимая переменная		
	Количество смертей относительно новых случаев заболеваний раком в i-м регионе в периоде	DeathsIncidence _{it}
Контрольные переменные		
Социально-экономические проблемы (включая употребление табака и алкоголя)	Количество человек в тысячах в i-м регионе в периоде t	Population _{it}
	Валовый региональный продукт в миллионах рублей в i-м регионе в периоде t	GDP _{it}
	Уровень безработицы в i-м регионе в периоде t	Unemployment _{it}
	Отношение средних потребительских расходов населения к среднему доходу в i-м регионе в периоде t	ExpenditureIncome _{it}
	Процент населения с доходами ниже прожиточного минимума в i-м регионе в периоде t	Percentlowminincome _{it}
	Индекс потребительских цен в процентах к прошлому году в i-м регионе в периоде t	Consumerpriceindex _{it}
	Число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения в i-м регионе в периоде t	Crime _{it}
Низкое потребление фруктов и овощей	Количество потребляемых в килограммах овощей продовольственных бахчевых культур на человека в i-м регионе в периоде t	Vegetablespercapita _{it}
Высокий индекс массы тела. Недостаток физической активности	Количество человек, приходящихся на одного врача в i-м регионе в периоде t	Populationperdoctor _{it}
	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении в i-м регионе в периоде t	Lifeexpectancy _{it}
Загрязненный воздух	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников в тысячах тонн в i-м регионе в периоде t	Pollutant _{it}
	Число собственных автомобилей на 1000 человек населения в i-м регионе в периоде t	Autonumber _{it}
Переменные интереса		
ГЭТ 38-2011	Фиктивная переменная, равная единице, если в i-м регионе в периоде t введен эталон ST6, и нулю в противном случае	ST6 _{it}
ГЭТ 72-2001	Фиктивная переменная, равная единице, если в i-м регионе в периоде t введен эталон ST8, и нулю в противном случае	ST8 _{it}

Составлено авторами

Модель построена на данных регионов с наибольшим валовым региональным продуктом за последние годы, что подразумевает более высокий уровень жизни и больше

¹³ Значения показателей взяты из материалов Всемирного Банка и Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации: Tracking universal health coverage: 2017 global monitoring report. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/640121513095868125/Tracking-universal-health-coverage-2017-global-monitoring-report> (дата обращения 18.04.2020); World development report 2000/2001: Attacking poverty. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/230351468332946759/World-development-report-2000-2001-attacking-poverty> (дата обращения 17.04.2020); Федеральная служба государственной статистики. Демографический ежегодник России 2019. URL: <https://gks.ru/folder/210/document/13207> (дата обращения 20.04.2020); Регионы России. Социально-экономические показатели 2019. URL: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 20.04.2020); ФСГС Здоровоохранение. Заболеваемость населения социально-значимыми болезнями/ URL: <https://gks.ru/folder/13721> (дата обращения 18.04.2020).

возможностей проведения качественного лечения онкологических заболеваний: Москва, Санкт-Петербург, Московская, Ленинградская, Воронежская, Волгоградская, Ростовская, Нижегородская, Самарская, Новосибирская области, Пермский край, республики Башкортостан и Татарстан¹⁴.

Оценка. Модель имеет линейную спецификацию. Были построены регрессии методом наименьших квадратов (МНК), с учетом фиксированных и случайных эффектов. Использование моделей с эффектами оправдано, поскольку показатели по субъектам России взяты за несколько лет, и кроме случайной ошибки модели вполне могут иметь место неизмеримые индивидуальные различия между регионами, оказывающие некоторое влияние на зависимую переменную.

На основании корреляционной матрицы (таблица 2) был выбран набор переменных, который позволил уменьшить вероятность возникновения мультиколлинеарности. Во всех моделях использованы робастные стандартные ошибки для устранения гетероскедастичности или хотя бы ее последствий.

Таблица 2

Корреляционная матрица коэффициентов

	Population	Deathsincidence	GDP	Lifexpectancy	Unemployment	Expenditure income	Percentlow minincome	Autonumber
Population	1,0000	0,0811	0,7806	0,4580	-0,5147	0,0446	-0,2183	0,2523
DeathsIncidence		1,0000	-0,0981	-0,3139	0,2676	-0,0789	0,6403	-0,4217
GDP			1,0000	0,6615	-0,5159	-0,0593	-0,3483	0,4271
Lifexpectancy				1,0000	-0,4852	0,1261	-0,5532	0,7353
Unemployment					1,0000	0,1841	0,6853	-0,6478
Expenditure income						1,0000	0,2214	0,0274
Percentlow minincome							1,0000	-0,7043
Autonumber								1,0000

	Vegetablespercapita	Population perdoctor	Consumer priceindex	Pollutant	Crime	ST6	ST8
Population	-0,3289	-0,3051	-0,0244	-0,3153	-0,2365	0,0337	0,0096
DeathsIncidence	-0,3202	0,1461	0,6545	-0,2152	-0,0036	-0,3164	-0,6911
GDP	-0,0740	-0,3226	-0,2368	-0,2949	-0,1762	0,2786	0,1964
Lifexpectancy	0,1020	-0,3236	-0,4494	-0,3380	-0,4968	0,5720	0,2724
Unemployment	0,1364	0,3137	0,4478	0,3220	0,2348	-0,3137	-0,4961
Expenditure income	0,0664	-0,0176	0,0808	-0,0628	-0,1442	0,0603	-0,2087
Percentlow minincome	-0,2184	0,2083	0,7611	0,0602	0,1398	-0,3837	-0,7521
Autonumber	0,1575	-0,1270	-0,6142	-0,2928	-0,4166	0,6681	0,5183
Vegetables percapita	1,0000	0,0390	-0,3457	0,1224	0,2116	0,2285	0,3346
Population perdoctor		1,0000	0,0875	0,3100	-0,1419	0,0183	-0,0840
Consumer priceindex			1,0000	0,0645	0,1096	-0,3133	-0,7680
Pollutant				1,0000	0,3254	-0,0405	-0,0874
Crime					1,0000	-0,3782	-0,0065
ST6						1,0000	0,2366
ST8							1,0000

Составлено авторами

С помощью метода перебора независимых переменных выбраны наилучшие модели: (1) модель со случайными эффектами – Random Effects (RE), (2) модель с фиксированными

¹⁴ Федеральная служба государственной статистики. Демографический ежегодник России 2019. URL: <https://gks.ru/folder/210/document/13207> (дата обращения 20.04.2020); Регионы России. Социально-экономические показатели 2019. URL: <https://gks.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 20.04.2020); ФГГС Здравоохранение Заболеваемость населения социально-значимыми болезнями. URL: <https://gks.ru/folder/13721> (дата обращения 18.04.2020).

эффектами – Fixed Effects (FE), (3) МНК со следующим набором регрессоров: Unemployment, Expenditureincom, Percentlowminincome, Populationperdoctor, Pollutant, ST6, ST8 (таблица 3).

Таблица 3

Результаты оценки регрессии для переменных интереса ST6 и ST8

Зависимая переменная: DeathsIncidence – отношение числа смертей к числу новых заболевших			
Регрессор	(1)	(2)	(3)
	RE	FE	МНК
const	0,431*** (0,026)	0,429*** (0,026)	0,431*** (0,026)
Unemployment	-0,006*** (0,001)	-0,006*** (0,001)	-0,006*** (0,001)
ExpenditureIncom	-0,179*** (0,028)	-0,174*** (0,026)	-0,179*** (0,028)
Percentlowminincome	0,003*** (0,0005)	0,003*** (0,0005)	0,003*** (0,0005)
Populationperdoctor	0,0003*** (3,93e-05)	0,0003*** (4,17e-05)	0,0003*** (3,93e-05)
Pollutant	-0,0002*** (2,2e-05)	-0,0002*** (2,26e-05)	-0,0002*** (2,2e-05)
ST6	-0,022*** (0,008)	-0,022** (0,008)	-0,022** (0,008)
ST8	-0,112*** (0,014)	-0,112*** (0,013)	-0,112*** (0,014)
R-квадрат	0,698	-	0,698
LSDV R-квадрат	-	0,71	-
Испр. R-квадрат	-	-	0,689
Robust test for different group intercepts, p-value	-	0,736	-
Тест Бреуша-Пэгана, p-value	0,438	-	-
Тест Хаусмана, p-value	1,936e-008	-	-
Число наблюдений	234	234	234

*Примечание: в скобках под оценками коэффициентов указаны робастные стандартные ошибки (НАС). Символы ** и *** означают значимость на пяти- и однопроцентном уровнях соответственно (составлено авторами)*

С помощью тестов¹⁵ на сравнение полученных моделей (таблица 3) выбрана МНК модель как регрессия, лучшим образом отражающая интересующую нас зависимость.

В полученной МНК модели все контрольные переменные и переменная интереса ST8 значимы на 1 % уровне значимости, ST6 на 5 %, $R^2_{adj} = 0.689$, мультиколлинеарность отсутствует.

Проведя диагностику панельной модели, мы подтверждаем наши выводы об использовании МНК модели (3) как наилучшей для описания необходимой нам зависимости смертности от выбранных регрессоров.

Результаты моделирования. Интересующие нас переменные ST6 и ST8 являются статистически значимыми и входят в уравнения регрессии с отрицательными коэффициентами. Это означает, что при введении в соответствующий год ГПЭ ионизирующего излучения при прочих равных условиях отношение смертей от злокачественных новообразований к новым случаям заболеваний в стране уменьшается: при введении эталона ГЭТ 38-2011 для

¹⁵ Тест Хаусмана для сравнения моделей с фиксированными и случайными эффектами, тест на различные константы в группах для сравнения моделей с фиксированными эффектами и МНК. Во всех тестах ориентировались на 1 % уровень значимости.

обеспечения точности измерений поглощенной дозы излучений – на 0,022, при введении эталона ГЭТ 72-2001 для измерения точности работы медицинских ускорителей – на 0,115.

Заключение

Проведенное исследование показало положительные внешние эффекты, которые создает наличие у государства и использование государственных первичных эталонов. Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по созданию и использованию ГПЭ, что является важной предпосылкой для развития современных технологий и производства. Проведенный эконометрический анализ подтвердил гипотезу об уменьшении количества смертей от злокачественных новообразований (улучшения качества жизни) с введением в использование государственного первичного эталона ионизирующего излучения. Можно сделать вывод, что государственные первичные эталоны – это общественное благо, имеющее подтвержденные положительные внешние эффекты. Полученные в работе результаты будут использованы для дальнейших исследований в области общественных благ, экономических аспектов метрологии, использовании государственных первичных эталонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисогор А.П. Метрология и высокие технологии // Вектор высоких технологий. 2016. №6 (27). с. 50–55 URL: <https://ostec-micro.ru/upload/iblock/48f/%D0%9B%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%80.pdf> (дата обращения 04.04.2020).
2. Чирков А.П. Влияние метрологической и технологической инфраструктуры на качество продукции // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. 2014. № 2 (29). С. 124–128. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_21990054_28261697.pdf (дата обращения 04.04.2020).
3. Чирков В.В. Инновационно-ориентированное развитие метрологической инфраструктуры в условиях нового технологического уклада. Автореферат ... дис. док. техн. наук. М.: 2018. 32 с.
4. Дудолад А.С. Красноха Л.Н. Неежмаков П.И. Прокопов А.В. Метрология и экономика: национальный и международный аспекты / IX-а Міжнародна науково-техн. конфер. «Метрологія та вимірювальна техніка» (МЕТРОЛОГІЯ – 2014). Харків: ННЦ Інститут метрології. 2014. С. 16–19. URL: http://metrology.kharkov.ua/fileadmin/user_upload/data_gc/conference/M2014/pages/00%20Plenar/4.pdf (дата обращения 01.04.2020).
5. Leech D.P., Ferris S., Scott J.T. The Economic Impacts of the Advanced Encryption Standard 1996–2017 // NIST Publications. 2018. September. DOI: <https://doi.org/10.6028/NIST.GCR.18-017>.
6. Leech D.P., Scott J.T. The Economic Impacts of Early Stage Consensus Standards Development: A Case Study of Nanotechnology Documentary Standards // NIST Publications. 2014. November. DOI: <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.GCR.15-1001>.
7. Birch J. Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society / CIML Report. The International Organization of Legal Metrology. 2003. URL: https://www.oiml.org/en/files/pdf_e/e002-e03.pdf (дата обращения 10.04.2020).

8. Swann P. The Economics of Metrology and Measurement. Report for National Measurement Office, Department for Business, Innovation and Skills. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/297870/prof-swann-report-econ-measurement-revisited-oct-09.pdf (дата обращения 15.04.2020).
9. Неежмаков П.И., Прокопов А.В. Об оценке экономической целесообразности создания государственных первичных эталонов // Измерительная техника. 2014. №4 С. 3–6. URL: <http://naukarus.com/ob-otsenke-ekonomicheskoy-tselesoobraznosti-sozdaniya-gosudarstvennyh-pervichnyh-etalonov> (дата обращения 18.04.2020).
10. Чирков А.П. О становлении и развитии экономики метрологии // Законодательная и прикладная метрология / 2010. №1. С. 18–21 URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_17871677_28491036.pdf (дата обращения 18.04.2020).
11. Оценка влияния метрологии на экономику Российской Федерации и определение экономической эффективности государственных первичных эталонов // Интеллектуальная Система Тематического Исследования Наукометрических данных. URL: <https://istina.msu.ru/projects/7889503/> (дата обращения 18.04.2020).
12. Экономика метрологии: монография / В.В. Окрепилов [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. авт. образоват. учреждение высш. образования С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. Санкт-Петербург: ГУАП, 2017. 175 с.
13. Грибанов Д.Д. Экономическая эффективность метрологического обеспечения изделий на этапах их жизненного цикла: Учебное пособие / Д.Д. Грибанов. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 111 с. URL: <http://znanium.com/catalog/product/452864> (дата обращения 12.04.2020).
14. Голиков Ю.А. Экономика метрологического обеспечения: учебно-методическое пособие / Ю.А. Голиков. Новосибирск: СГГА, 2009. 180 с. URL: <http://lib.ssga.ru/fulltext/2009/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%AE.%D0%90.%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.%202009.pdf> (дата обращения 22.03.2020).
15. Robertson K., Swanepoel J. The economics of metrology // ResearchGate. 2015. October. URL: https://www.researchgate.net/publication/302558079_The_economics_of_metrology (дата обращения 22.03.2020).
16. Semerjian H., Watters Jr.R. Impact of measurement and standards infrastructure on the national economy and international trade // Measurement. 2000. Vol. 27, Issue 3. P. 179–196. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-2241\(99\)00065-2](https://doi.org/10.1016/S0263-2241(99)00065-2).
17. Rodrigues Filho B., Soratto A., Gonçalves R. Information systems as a tool to improve legal metrology activities // Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 733 DOI: 10.1088/1742-6596/733/1/012008.
18. Тарутин И.Г. Метрологические проблемы дозиметрии в радиационной медицине / Международная научно-практическая конференция «Ядерная медицина и лучевая терапия». М.: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. 2017. С. 213–221. URL:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Fmv9T1lnopEJ:https://www.vniim.ru/files/ion-izm-s6.pdf+&cd=1&hl=ru&ct=clnk&gl=ru> (дата обращения 19.04 2020).

19. Tan T.H., Soon Y.Y., Cheo T., Tey J., Tham I.W. Induction Chemotherapy Plus Concurrent Chemoradiotherapy Versus Concurrent Chemoradiotherapy for Locally Advanced Nasopharyngeal Carcinoma: An Updated Meta-Analysis and Meta-Regression of Randomized Trials // *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2018, Vol. 102. Issue 3. P. 353–354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.07.1069>.
20. Potharaju M., Mangaleswaran B., Mathavan A., John R., Thamburaj V., Ghosh S., Ganesh S., Kalvakonda C., Loganathan M., Bapu S., Devi R., Shanker R. Verma Body Mass Index as a Prognostic Marker in Glioblastoma Multiforme: A Clinical Outcome // *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2018. Vol. 102. Issue 1. P. 204–209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.05.024>.
21. Monsalve A.F., Hoag J.R., Resio B.J., Chiu A.S, Brown L.B, Detterbeck F.C., Blasberg J.D., Boffa D.J. Variable impact of prior cancer history on the survival of lung cancer patients // *Lung Cancer*. 2019. Vol. 127. P. 130–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2018.11.040>.
22. Wang K., Pearlstein K.A., Patchett N.D., Deal A.M, Mavroidis P., Jensen B.C, Lipner M.B., Zagar T.M., Wang Y., Lee C.B, Eblan M.J., Rosenman J.G., Socinski M.A., Stinchcombe T.E., Marks L.B. Heart dosimetric analysis of three types of cardiac toxicity in patients treated on dose-escalation trials for Stage III non-small-cell lung cancer // *Radiotherapy and Oncology*. 2017. Vol. 125. Issue 2. P. 293–300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2017.10.001>.

Faikova Ekaterina Dmitrievna

M.V. Lomonosov Moscow state university, Moscow, Russia
E-mail: kasofa2301@gmail.com

Faikov Dmitriy Yurevich

Russian federal nuclear center – All-Russian research institute of experimental physics, Sarov, Russia
E-mail: cat1611@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3532-1352>

РИИЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=459360

Researcher ID: <https://www.researcherid.com/rid/AAN-6046-2020>

State primary standards as a public good (on the example of their use in medicine)

Abstract. The article considers the creation and use of state primary standards – the basic part of the state's function to ensure the unity of measurements as public goods. Their essence, features and impact on other areas of activity are determined. The topic importance and relevance because of the acceleration of scientific and technological progress, the introduction of new technologies are highlighted. The conclusion reached says that the economic aspects of metrology and the use of state primary standards by Russian researchers are not sufficiently developed. The authors highlighted the positive externalities that are created by state primary standards and that ensure the unity of measurements.

The leading role of Russian Federation at the international level in creation, maintenance and use of state primary standards was emphasized. In the practical part of the work, using the econometric model, the effect of introducing state primary standards of ionizing radiation on improving the quality of life, in particular on reducing mortality from cancer, has been revealed. The authors compared various specifications of the regression equation (least squares method, using fixed and random effects) and selected a model that reflects the dependence of mortality from cancer on the use of state primary standards of ionizing radiation in radiation therapy in the best way.

The modeling results confirmed the correct idea of the unity of measurements and state primary standards as a public good. The data of state statistics of Russian Federation, international organizations, scientific works of foreign and Russian researchers were used as the information base of the study. The results obtained will be used in further research of public goods, the economic aspects of metrology and the use of state primary standards.

Keywords: metrology; unity of measurements; econometric model; state primary standard of ionizing radiation; reduction of cancer mortality