



Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

Научно-исследовательский институт антимикробной химиотерапии ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России

Учредитель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии

Издатель

Межрегиональная ассоциация по клинической микробиологии и антимикробной химиотерапии
www.iacmac.ru

Журнал зарегистрирован Комитетом РФ по печати 30.09.1999 г. (№019273)
Тираж 3000 экз.

Подписка на сайте издателя
<https://service.iacmac.ru>

Адрес для корреспонденции
214019, г. Смоленск, а/я 5.
Тел./факс: (4812)45 06 02

Электронная почта:
cmac@antibiotic.ru

Электронная версия журнала:
<https://cmac-journal.ru>

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Присланные в редакцию статьи проходят рецензирование

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых материалов

Ответственность за достоверность рекламных публикаций несут рекламодатели

При перепечатке ссылка на журнал обязательна

© Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия, 2022.

Содержание

Болезни и возбудители

- 4 Чеботарь И.В., Бочарова Ю.А.
Загадочный *Achromobacter*
- 14 Диникина Ю.В., Шагдильева Е.В., Хостелиди С.Н., Шадривова О.В., Авдеенко Ю.Л., Волкова А.Г., Попова М.О., Зубаровская Л.С., Богомолова Т.С., Игнатъева С.М., Колбин А.С., Белогурова М.Б., Бойченко Э.Г., Клишко Н.Н.
Сочетание инвазивного аспергиллеза и мукормикоза у детей: описание клинического случая и результаты многоцентрового исследования

Антимикробные препараты

- 23 Гомон Ю.М., Колбин А.С.
Проблемы оценки экономической эффективности антимикробных препаратов: опыт Российской Федерации

Антибиотикорезистентность

- 31 Кузьменков А.Ю., Виноградова А.Г., Трушин И.В., Козлов Р.С.
Практика локального мониторинга антибиотикорезистентности в стационарах различных регионов РФ
- 39 Петрова Л.В., Кузьменков А.Ю., Камышова Д.А., Виноградова А.Г., Гусаров В.Г., Замятин М.Н.
Опыт внедрения онлайн-платформы AMRcloud для локального мониторинга антибиотикорезистентности в многопрофильном стационаре
- 47 Кожушная О.С., Солопова Г.Г., Маркелов М.И., Орел А.Р., Балашов Д.Н., Шелихова Л.Н., Новичкова Г.А.
Мониторинг мутаций в гене UL97 цитомегаловируса, ассоциированных с резистентностью к ганцикловиру, у детей после аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток
- 52 Эйдельштейн И.А., Руднева Н.С., Романов А.В., Зубарева Л.М., Кузьменков А.Ю., Колесникова Е.А., Трушин И.В., Борисов И.В., Суханова Л.Н., Ахмедова А.М., Новикова О.П., Козлов Р.С.
Mycoplasma genitalium: мониторинг распространения мутаций, связанных с резистентностью к макролидам в России

Микробиологическая диагностика

- 61 Чагарян А.Н., Иванчик Н.В., Миронов К.О., Муравьев А.А.
Современные методы капсульного типирования *Streptococcus pneumoniae*: возможности и доступность для практической лаборатории
- 67 Ивойлов О.О., Кочетов А.Г., Тирских К.А.
Современный подход к хронометражу рабочих мест микробиологической лаборатории

Опыт работы

- 77 Черкасова Ю.И., Кремлева Е.А., Щетинина Ю.С., Сгибнев А.В.
Влияние местного применения раствора, содержащего ионы железа двухвалентного, на эффективность терапии рецидивирующего урогенитального трихомониаза у женщин
- 83 Степанов Н.А., Рукоусева Т.В., Бочанова Е.Н., Боровлева А.В., Ганжа А.В., Носов А.С., Еремина К.И., Соболева В.О.
Оценка микробного загрязнения смартфонов медицинских работников

Современный подход к хронометражу рабочих мест микробиологической лаборатории

Ивойлов О.О.^{1,2,4}, Кочетов А.Г.^{2,3}, Тирских К.А.²

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

² АНО ДПО «Институт лабораторной медицины», Москва, Россия

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

⁴ ФГБУ НМИЦ «Центральный НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России, Москва, Россия

Контактный адрес:

Олег Олегович Ивойлов
Эл. почта: kbld@mail.ru

Ключевые слова: медицинская лаборатория, микробиология, хронометраж, затраты, нагрузка.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Внешнее финансирование: исследование проведено без внешнего финансирования.

Цель. Провести анализ структуры и величины трудозатрат различных категорий персонала микробиологической лаборатории по их рабочим местам с целью нормирования труда и расчета трудоемкости выполняемых исследований.

Материалы и методы. Методом фотохронометража проведена оценка трудозатрат персонала микробиологической лаборатории по рабочим местам врача-микробиолога (врача-бактериолога), медицинского лабораторного техника (МЛТ), медицинского лабораторного техника-средовара. Применена авторская методика «Методика исследования трудозатрат персонала медицинской лаборатории».

Результаты. По анализируемым рабочим местам были определены перечни и продолжительность стандартных манипуляций трудового процесса, выполнена их классификация по компонентам трудозатрат, на основе чего рассчитаны величины постоянных и переменных трудозатрат персонала и трудоемкость микробиологических исследований. Выполнено моделирование нагрузки для всех категорий персонала в зависимости от изменения количества исследований. Показано, что в настоящий момент общие годовые трудозатраты врача-микробиолога составляют 34% от бюджета времени полной ставки, МЛТ – 61%, а средовара – 31%. Соотношение нагрузки на рабочих местах «врач-микробиолог/МЛТ/средовар» при существующем количестве исследований соответствует 1,0/1,7/0,9. Полная выработка рабочего времени, согласно существующим в настоящее время нормативным документам, может быть достигнута у врача-микробиолога при потоке в 16,3 тыс., у МЛТ – 10,5 тыс., а у средовара – 36,4 тыс. исследований в год.

Выводы. Получены систематизированные данные о структуре и величине трудозатрат рабочих мест персонала микробиологической лаборатории. Продemonстрирована высокая трудоемкость бактериологических исследований и ее значительная вариабельность в зависимости от их вида и выполняемого количества. Предложенный подход позволяет не только анализировать фактические трудозатраты разных категорий персонала микробиологической лаборатории, но и дает возможность эффективного моделирования нагрузки, учета фактической переработки, оценки потребности в необходимых штатных единицах в зависимости от прогнозируемого объема и количественного соотношения номенклатуры выполняемых исследований.

Original Article

A modern approach to time-and-motion study of microbiological laboratory workplaces

Ivoylov O.O.^{1,2,4}, Kochetov A.G.^{2,3}, Tirsikh K.A.²

¹ RUDN University, Moscow, Russia

² Institute of Laboratory Medicine, Moscow, Russia

³ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

⁴ Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russia

Contacts:

Oleg O. Ivoylov
E-mail: kbld@mail.ru

Key words: medical laboratory, microbiology, time-and-motion study, costs, workload.

Conflicts of interest: all authors report no conflicts of interest relevant to this article.

External funding source: no external funding received.

Objective. To analyze the structure and magnitude of the labor costs of various categories of personnel of the microbiological laboratory in their workplaces in order to standardize labor and calculate the labor intensity of the studies performed.

Materials and methods. The assessment of the labor costs of the personnel of the microbiological laboratory was carried out by time-and-motion study in the workplaces of a microbiologist (bacteriologist), a medical laboratory technician (MLT), a microbiological media preparation technician. The author's "The method for researching the labor costs of staff of medical laboratory" was applied.

Results. The lists and duration of standard manipulations of the labor process of the analyzed workplaces are determined, their classification by labor components was performed, on the basis of which the values of fixed and variable labor costs of the personnel and the labor intensity of

Ивойлов О.О. и соавт.

Хронометраж рабочих мест микробиологической лаборатории

microbiological studies were calculated. Workload modeling was performed for all categories of personnel depending on the change in the number of bacteriological tests performed. It is shown that at the moment the total annual labor costs of a microbiologist make up 34% of the full-time budget, a MLT – 61%, and a media preparation technician – 31%. The workload ratio at the workplaces "microbiologist / MLT / media preparation technician" with the existing number of tests corresponds to 1.0/1.7/0.9. The full workload on the one rate, according to currently existing regulatory documents, can be achieved with a microbiologist – with a volume of 16.3 K, with a MLT – 10.5 K, and with a media preparation technician – 36.4 K tests in year.

Conclusions. Systematized data on the structure and magnitude of labor costs of the microbiological laboratory personnel workplaces were obtained. The high labor intensity of bacteriological tests and its variability depending on their types and volumes are demonstrated. The proposed approach allows not only to analyze the actual labor costs of different categories of microbiological laboratory personnel, but also makes it possible to effectively model the workload, take into account the actual overload of a laboratory specialist, and predict the need for staff units depending on the volume and quantitative ratio of the range of tests performed.

Введение

Медицинская микробиология до сих пор является одной из наименее автоматизированных отраслей лабораторной службы и, как следствие, ассоциирована с большим объемом ручного труда [1]. В связи с этим сохраняет высокую актуальность до сих пор нерешенный вопрос его объективной оценки и нормирования. В настоящее время в России отсутствуют актуализированные типовые нормы труда для медицинских лабораторий. Положения единственного действующего в данной области нормативного документа, Приказа Минздрава РФ № 380*, касающиеся затрат времени на выполнение лабораторных исследований (ЛИ), не соответствуют современным технологиям, не учитывают вариабельности оснащения, методологии, потоков исследований и представляют, скорее, исторический интерес. В отсутствие типовых норм законодательство обязывает работодателя самостоятельно разрабатывать и утверждать нормы труда для сотрудников своей организации**,***. Реализация этого усложняется тем, что в принципе не существует каких-либо разработанных единых подходов к анализу трудозатрат персонала лабораторной службы, что и констатируется отечественными экспертами в области организации здравоохранения [2]. Те единичные работы, в которых продемонстрирован опыт проведения хронометража по отдельным микробиологическим исследованиям и анализаторам [3, 4], не предлагают универсальных, систематизированных, методологически обоснованных способов решения проблемы оценки тру-

дозатрат микробиологической лаборатории в целом, со всей ее номенклатурой исследований.

Следует отметить, что задачи оценки трудозатрат персонала лаборатории не ограничиваются разработкой норм труда. Их анализ является неотъемлемой статьей расчета себестоимости лабораторных услуг и учитывается наряду с другими компонентами прямых затрат [5, 6]. Не менее важным аспектом является моделирование трудозатрат в зависимости от количества и номенклатуры исследований, что позволило бы рассчитывать адекватное прогнозируемой нагрузке штатное расписание существующих и проектируемых лабораторий, осуществлять гибкий учет переработки сотрудников в зависимости от трудоемкости выполняемых ими тестов, сравнивать технологические процессы в различных медицинских учреждениях, осуществлять оценку экономического эффекта внедрения нового оборудования и методов анализа. Проблема трудоемкости микробиологических исследований усугубляется дефицитом квалифицированного лабораторного персонала на фоне увеличивающейся потребности в выполняемых тестах, что еще в прошлом десятилетии стало за рубежом одним из драйверов развития концепции «Total Laboratory Automation» (TLA) [7, 8]. В рамках развития TLA требуется методология для оценки величины эффекта экономии труда, поскольку сами авторы работ по автоматизации подчеркивают, что «теоретически TLA должна сократить время, затрачиваемое технологами на выполнение задач, но количественно оценить изолированное влияние TLA на эффективность сложно» [8]. Очевидно, что руководители медицинских организаций и лабораторий нуждаются в объективной информации для принятия обоснованных решений как при анализе деятельности лаборатории, так и рассмотрении целесообразности внедрения новых методов, а оценка достаточности человеческих ресурсов является важной частью любого анализа экономической эффективности [9].

Ранее нами был предложен подход к анализу структуры прямых затрат на лабораторный тест с разделением их по виду, на постоянные и переменные, с дальнейшей классификацией по компонентам [6] с целью получения систематизированных экономических данных, не завися-

* Приказ Минздрава РФ от 25.12.1997 № 380 «О состоянии и мерах по совершенствованию лабораторного обеспечения диагностики и лечения пациентов в учреждениях здравоохранения Российской Федерации».

** Трудовой Кодекс Российской Федерации. Статьи 159-161: «Общие положения», «Нормы труда», «Разработка и утверждение типовых норм труда», «Введение, замена и пересмотр норм труда».

*** Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 30 сентября 2013 г. № 504 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке систем нормирования труда в государственных (муниципальных) учреждениях».

щих от изменяющегося потока исследований. Это позволило нам разработать методику исследования трудозатрат персонала медицинской лаборатории, основанную на тех же принципах и универсальную для различных лабораторных направлений. Микробиологические исследования имеют свои особенности, как и прочие направления лабораторной диагностики, в том числе по организации рабочих процессов, методологии выполнения исследования, специфике трудовых манипуляций. Но остается неопределенной структура и величина различных компонентов трудозатрат персонала микробиологической лаборатории. Систематизированные данные для расчета трудоемкости микробиологических исследований и моделирования нагрузки на сотрудников, которые могли бы быть использованы при решении вышеперечисленных задач, отсутствуют. Указанные проблемы и отсутствие по ним публикаций в доступной литературе позволяют считать фотохронометражное исследование трудозатрат персонала микробиологической лаборатории с одновременной апробацией вышеуказанного подхода весьма актуальной задачей.

Цель работы — провести анализ структуры и величины трудозатрат различных категорий персонала микробиологической лаборатории по их рабочим местам с целью нормирования труда и расчета трудоемкости выполняемых исследований.

Материалы и методы

Исследование трудозатрат персонала микробиологической лаборатории было проведено на базе клинко-диагностической лаборатории ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России методом фотохронометража. Лаборатория имеет оборудование, соответствующее требованиям приказа МЗ РФ от 18 мая 2021 г. № 464н «Об утверждении Правил проведения лабораторных исследований». В составе него также имеются масс-спектрометр MALDI, автоматический гемокультиватор «BD Bactec». В работе используются коммерческие питательные среды, приготовленные и разлитые вручную. Приготовление и розливом питательных сред занимается лаборант-средовар. Первичный посев, регистрацию, постановку чувствительности к антибиотикам (АБЧ) выполняет медицинский лабораторный техник. Исследование стерильных жидкостей (кровь, ликвор, пунктаты и др.) проводят в гемокультиваторе. В случае получения положительного флакона выполняют мазки с окраской по Граму, затем производят высев на плотные питательные среды. Остальные виды исследований проводят путем посева на плотные питательные среды методом секторов для дальнейшей количественной оценки, определения этиологического значения, идентификации и определения АБЧ. В работе используется стереомикроскоп, применение которого позволяет работать с небольшим количеством микробной культуры, качественно готовить мишени для масс-спектрометра, выполнять пересевы для накопления чистой культуры, а при большом размере колоний — готовить стандартную суспензию для определения АБЧ непосредственно с чашки с первичным

посевом. Особенностью технологического процесса в лаборатории является то, что за счет снижения количества рутинных манипуляций и отсутствия необходимости в длительном накоплении чистой культуры у врача микробиолога есть возможность самостоятельно готовить мишени для идентификации и суспензию для определения чувствительности. Идентификация микроорганизмов осуществляется методом масс-спектрометрии, а определение АБЧ — диско-диффузионным методом (ДДМ).

Годовой бюджет рабочего времени сотрудника на полную ставку с учетом фактора вредности — работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности — и соответствующей данному фактору длительностью рабочей смены 7,2 ч. за период 247 рабочих дней в году с вычетом 30 рабочих дней (6 недель отпуска) составил 5624640 с. При расчете максимально допустимой нагрузки учитывались рекомендации приказа МЗ РФ № 380 о том, что рабочее время врача на выполнение лабораторных исследований составляет 75% от бюджета полной ставки, а среднего персонала — 80%. Фотохронометражу подлежали рабочие места врача-микробиолога, медицинского лабораторного техника (МЛТ), медицинского лабораторного техника-средовара. В связи с отсутствием в литературе и нормативных актах каких-либо методологических подходов к практическому проведению хронометража и фактическому анализу трудозатрат при выполнении микробиологических исследований, была применена авторская методика по исследованию трудозатрат персонала медицинской лаборатории [10]. Исследование включало следующие этапы: определение границ хронометрируемых рабочих мест, анализ трудового процесса методом фотографии рабочего места, выделение перечня стандартных манипуляций трудового процесса с их классификацией по видам и компонентам затрат, подготовка карт фотохронометража, прямые замеры времени выполнения стандартных манипуляций. Для получения средних значений времени с помощью секундомера проведены повторные хронометражные замеры по каждой манипуляции в отдельности в период одной рабочей недели. Данные фиксировали в карте фотохронометража.

Учет, расчеты и статистическая обработка данных были выполнены в приложениях SPSS и MS Excel. Выбор представления мер центральной тенденции и их доверительных интервалов, а также выбор статистических критериев сравнения был основан на нормальности распределения переменных. Нормальным принималось распределение, у которого отличие от теоретически нормального по критерию Колмогорова — Смирнова было более 0,05. Величина вероятности (p) менее 0,05 (двухсторонняя проверка значимости) при сравнении переменных между группами демонстрировало статистическую значимость различий.

Результаты

Трудовой процесс на выделенных для исследования рабочих местах был стратифицирован по отдельным стандартным манипуляциям таким образом, чтобы выде-

лить универсальные для любого микробиологического, в частности, бактериологического исследования, действия. Ключевой особенностью такого подхода было то, что полученные результаты хронометражных замеров могут быть применимы для оценки трудозатрат в аналитической процедуре любого бактериологического исследования с произвольно построенным технологическим процессом (под аналитической процедурой понимается «документально установленная процедура лабораторного исследования отдельного анализата, основанная на физико-химических принципах определенного лабораторного метода, выполняемая на оборудовании определенного рабочего места с использованием уникального набора реактивов, расходных материалов и алгоритма действий» [10]). В результате были определены перечни и продолжительность стандартных манипуляций трудового процесса на рабочих местах врача-микробиолога (Таблица 1), МЛТ (Таблица 2) и средовара (Таблица 3) с классификацией их по компонентам трудозатрат.

Результаты хронометражных замеров стандартных манипуляций были суммированы с учетом кратности их выполнения в аналитической процедуре того или иного ЛИ по соответствующим компонентам. Те, в свою очередь, учитывались отдельно, по принадлежности к виду затрат времени (постоянные или переменные), что служило основой для последующего моделирования.

По итогам стратификации хронометражных замеров были рассчитаны следующие величины трудозатрат: FT (fixed labor time) – сумма постоянных трудозатрат

на данном рабочем месте в расчете на 1 год работы (Таблица 4) и AVT (unit average variable labor time) – сумма компонентов переменных трудозатрат, представленная в виде удельных трудозатрат на 1 (одно) ЛИ каждой из выполняемых в лаборатории аналитических процедур (Таблица 5).

Общие трудозатраты (total labor time, TT) за год (Таблица 4) оценивали по формуле 1:

$$TT = FT + \Sigma(Q \times AVT),$$

где

Q – годовое количество ЛИ каждой из аналитических процедур,

FT – сумма постоянных трудозатрат,

AVT – сумма компонентов переменных трудозатрат.

Трудоемкость 1 ЛИ ($t_{\text{ли}}$) была рассчитана по формуле 2:

$$t_{\text{ли}} = AVT + FT / Q$$

Средняя удельная величина переменных затрат, как и трудоемкость на 1 ЛИ, по представленным в Таблице 5 данным, была самой высокой у МЛТ и самой низкой у средовара. Так, AVT у МЛТ была статистически значимо выше, чем у врача, в 1,33 раза ($p = 0,002$) и у средовара – в 2,75 ($p = 0,001$) раза, а трудоемкость соответственно в 1,8 ($p = 0,001$) и в 1,93 ($p = 0,001$) раза. При сравнении средних по врачу и средовару величина AVT была у первого выше по сравнению со вторым в

Таблица 1. Перечень и продолжительность стандартных манипуляций трудового процесса рабочего места врача-микробиолога с классификацией по компонентам трудозатрат

Компонента	Стандартные манипуляции	Продолжительность t, с.
Компонент постоянных трудозатрат на обслуживание рабочего места (FTw)	Обработка рук	109,0 (92,4–125,6)
	Калибровка масс-спектрометра	501,1 (424,6–577,6)
	Приготовление стандартного раствора для масс-спектрометра	95,0 (80,5–109,5)
	Приготовление раствора матрицы для масс-спектрометра	95,0 (81,3–108,2)
	Приготовление стандарта для масс-спектрометра	95,0 (80,4–109,0)
	Ведение отчета	1275 (1080–1469)
	Пересев музейных штаммов	144,9 (122,8–167,0)
	Составление заявки на реагенты	1275 (1085–1465)
	Контроль качества питательных сред	108,2 (91,7–124,6)
Компонент переменных трудозатрат на работу с ЛИ (AVTt)	Оценка результатов роста первичных посевов, на 1 чашку	26,0 (22,0–29,9)
	Нанесение образцов на мишень MS, на 1 образец	68,2 (57,8–78,6)
	Нанесение раствора муравьиной кислоты, на 1 образец	27,1 (23,0–310,2)
	Нанесение раствора матрицы, на 1 образец	15,8 (13,4–18,2)
	Ввод данных в масс-спектрометр и выполнение идентификации микроорганизмов, на 1 образец	48,7 (41,3–56,1)
	Внесение в журнал результатов роста первичных посевов, идентификации микроорганизмов, на 1 образец	18,4 (15,6–21,2)
	Микроскопия мазка, на 1 образец	143,0 (121,2–164,8)
	Приготовление стандартной суспензии микроорганизмов для исследования АБЧ ДДМ, на 1 образец	143,8 (121,9–165,8)
	Пересев микроорганизмов для получения чистой культуры, на 1 чашку	48,0 (40,7–55,3)
	Учет результатов исследования АБЧ ДДМ, на 1 чашку	77,0 (65,3–88,8)
	Внесение информации в ЛИС из журнала результатов идентификации микроорганизмов, АБЧ, на 1 образец	40,5 (34,1–46,7)

Таблица 2. Перечень и продолжительность стандартных манипуляций трудового процесса рабочего места МЛТ с классификацией по компонентам трудозатрат

Компонента	Стандартные манипуляции	Продолжительность t, с.
Компонент постоянных трудозатрат на обслуживание рабочего места (FTw)	Обработка рук	109,0 (92,4–125,6)
	Включение и ввод в рабочее состояние оборудования рабочего места	200,2 (169,3–230,4)
	Контроль температуры холодильников	584,0 (491,9–670,2)
	Подготовка и маркировка контейнеров для утилизации отходов	242,1 (205,2–278,0)
	Утилизация отходов (автоклавирование)	1316 (1115–1516)
	Уборка рабочего места ежедневная	719,8 (609,9–829,8)
	Генеральная уборка рабочего места	4875 (4131–5620)
	Замена дезинфекционных растворов	134,4 (114,0–154,9)
	Ведение рабочих журналов	346,3 (293,5–399,0)
Компонент переменных трудозатрат на обеспечение работоспособности аналитической процедуры (AVTa)	Извлечение партии чашек с первичными посевами и АБЧ из инкубатора	64,0 (54,2–73,8)
	Подготовка питательных сред к использованию (извлечение из холодильника, прогревание, проверка), в расчете на 1 чашку из партии	7,2 (6,1–8,3)
Компонент переменных трудозатрат на работу с ЛИ (AVTi)	Доставка биоматериала из кабинета приема на рабочее место, на 1 образец	34,7 (29,4–40,0)
	Проверка преаналитических требований, на 1 образец	9,0 (7,6–10,4)
	Регистрация биоматериала, маркировка, на 1 образец	59,8 (50,5–68,7)
	Выполнение первичного посева биоматериала на 1 чашку	58,0 (48,1–65,9)
	Посев исследуемого материала на среду обогащения, на 1 пробирку	10,0 (8,5–11,5)
	Перенос посевов в термостат, на 1 образец	3,3 (2,8–3,9)
	Установка флаконов в гемокультиватор, на 1 флакон	23,5 (19,6–27,1)
	Извлечение флаконов из гемокультиватора, на 1 флакон	10,5 (8,9–12,1)
	Приготовление и окраска мазков, на 1 мазок	161,0 (136,4–185,6)
	Постановка на АБЧ ДДМ, на 1 чашку	102,0 (86,3–117,8)
	Распечатывание результатов исследования, на 1 бланк	1,0 (0,85–1,15)
	Раскладка в ячейки результатов исследования, на 1 бланк	17,4 (14,6–21,2)

Таблица 3. Перечень и продолжительность стандартных манипуляций трудового процесса рабочего места медицинского лабораторного техника-средовара с классификацией по компонентам трудозатрат

Компонента	Стандартные манипуляции	Продолжительность t, с.
Компонент постоянных трудозатрат на обслуживание рабочего места (FTw)	Обработка рук	109,0 (92,4–125,6)
	Включение и ввод в рабочее состояние оборудования рабочего места	908 (770–1050)
	Контроль температуры холодильников	601,2 (509,4–690,8)
	Уборка рабочего места ежедневная	719,8 (609,9–829,8)
	Генеральная уборка рабочего места	3175 (2690–3661)
	Ведение рабочих журналов	379,1 (321,3–437,0)
	Мытье посуды для приготовления питательных сред	377,5 (319,8–435,2)
	Непосредственный запуск и остановка автоклава	240,3 (203,7–276,9)
	Приготовление навески питательной среды	116,0 (98,3–133,7)
Компонент переменных трудозатрат на обеспечение работоспособности аналитической процедуры (AVTa)	Дозирование физ. раствора для АБЧ, в расчете на 1 пробирку из партии	8,8 (7,5–10,1)
	Варка питательной среды, в расчете на 1 чашку из партии	13,3 (11,3–15,8)
	Розлив питательных сред, в расчете на 1 чашку из партии	17,6 (14,9–20,3)
	Стерилизация питательных сред, в расчете на 1 чашку из партии	2,9 (2,46–3,34)
	Дозирование питательного бульона, в расчете на 1 пробирку из партии	22,4 (17,9–25,8)

2,07 раза ($p = 0,005$), но средняя трудоемкость 1 ЛИ у них оказалась практически идентичной, не показав статистически значимых различий ($p = 0,570$). Доверительные интервалы указанных значений подтвердили значимость, рассчитанную по статистическим критериям. Это позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, наиболее трудоемким в лаборатории является рабочее место МЛТ. Во-вторых, трудозатраты средовара в наименьшей степени зависят от переменных затрат времени, а, следовательно, и от количества исследований.

Таблица 4. Величины общих (ТТ) и постоянных трудозатрат (FT) рабочих мест микробиологической лаборатории в расчете на 1 год работы

	МЛТ	Средовар	Врач-микробиолог
ТТ, млн с в год	3,455	1,726	1,933
FT, млн с в год	1,199	1,045	0,127
Доля FT в ТТ, %	34,7	60,5	6,5

Более важными для оценки трудозатрат на практике являются не средние, а средневзвешенные значения, которые учитывают вес каждой из аналитических процедур в общем трудовом процессе в зависимости от количественного соотношения номенклатуры выполненных исследований. Рассчитанные средневзвешенные величины AVT и трудоемкости на 1 ЛИ отличались от средних значений. Их соотношения между сотрудниками лаборатории качественно сохранились, но количественно изменились. Особенно выделяется сдвиг средневзвешенной удельной величины AVT от средней для средовара – в 1,45 раза. Учитывая, что средневзвешенные величины зависят от реального количественного соотношения проводимых исследований, они отражают профиль деятельности конкретной лаборатории.

Полученные с помощью примененного алгоритма данные легли в основу моделирования нагрузки персонала по хронометрируемым рабочим местам. Результаты

его представлены в виде графиков общих трудозатрат в зависимости от изменения суммарного количества ЛИ, выполняемых лабораторией в течение года (Рисунок 1). Графики строились на основе линейной зависимости, описанной формулой 1, где нулевая точка отсчета соответствовала величине постоянных трудозатрат (FT) каждого из рабочих мест, а при расчете второй точки эта величина была увеличена на сумму переменных трудозатрат на выполнение заданного количества и перечня ЛИ.

Обсуждение

Проведенное нами исследование позволило получить величины трудоемкости для всей проводимой в данной лаборатории номенклатуры исследований в условиях существующего потока. Известно, что затраты в расчете на 1 ЛИ могут нелинейно меняться в зависимости от выполняемого их количества [11], что свя-

Таблица 5. Удельные величины переменных трудозатрат (AVT) и трудоемкости 1 ЛИ ($t_{\text{ли}}$) для различных аналитических процедур с разделением по рабочим местам микробиологической лаборатории

Наименование аналитической процедуры бактериологического исследования	Q, ЛИ в год	рост, %	млт		средовар		врач	
			AVT, с.	$t_{\text{ли}}$, с.	AVT, с.	$t_{\text{ли}}$, с.	AVT, с.	$t_{\text{ли}}$, с.
посев мочи	2800	27	219,8	386,6	45,2	190,6	187,7	205,3
кровь на стерильность	1110	13	200,0	366,8	18,7	164,1	153,0	170,6
ликвор на стерильность	51	6	176,2	343,0	8,6	154,0	116,3	133,9
посев мокроты	796	100	679,2	846,0	270,5	415,9	602,5	620,1
посев бронхоальвеолярного лаважа	177	66	605,3	772,1	264,3	409,7	336,1	353,7
посев раны	817	67	413,9	580,7	163,5	308,9	351,3	368,9
посев секрета предстательной железы	9	89	435,0	601,8	165,1	310,5	423,6	441,2
посев на дизгруппу	187	0	337,8	504,6	157,3	302,7	84,9	102,5
посев мазка из зева и носа	183	58	402,7	569,5	162,5	307,9	309,5	327,1
посев на дифтерию	36	0	190,3	357,1	33,7	179,1	84,9	102,5
посев плевральной жидкости	88	10	486,3	653,1	259,4	404,8	123,0	140,6
посев мазка из уха	27	89	435,0	601,8	165,2	310,6	423,6	441,2
посев мазка из влагалища, цервикального канала	48	88	427,6	594,4	165,2	310,6	419,8	437,4
посев из полости рта	97	100	448,2	615,0	144,7	290,1	507,4	525,0
мазок из зева и носа на стафилококк	762	15	206,6	373,4	35,0	180,4	142,0	159,6
Всего	7188							
Среднее значение на 1 ЛИ		48,5 (26,7–70,4)	377,6*** (292,1–463,1)	544,4*** (458,9–629,9)	137,3** (87,5–187,1)	282,7* (232,9–332,5)	284,4*** (191,2–377,6)	302,0*** (208,8–395,2)
Средневзвешенное значение на 1 ЛИ		38,5	313,9	480,6	94,8	240,1	251,3	268,9

* Статистически значимое различие ($p < 0,05$) при сравнении соответствующих средних величин для рабочих мест МЛТ и средовара.

** Статистически значимое различие ($p < 0,05$) при сравнении соответствующих средних величин для рабочих мест средовара и врача-микробиолога.

*** Статистически значимое различие ($p < 0,05$) при сравнении соответствующих средних величин для рабочих мест МЛТ и врача-микробиолога.

зано с изменением базы распределения постоянных затрат [6]. Этот эффект распространяется и на трудозатраты персонала, что демонстрирует диаграмма изменения средневзвешенной трудоемкости 1 ЛИ в зависимости от годового их объема при распределении по рабочим местам, приведенная на Рисунке 2. Ход ее графиков описывается формулой 2. В качестве удельных переменных трудозатрат в этом случае использованы средневзвешенные величины АVT, приведенные в Таблице 5. Поскольку действия с реактивами, калибровками, процедурами внутрилабораторного контроля качества в работе микробиологической лаборатории не являются метод-специфическими, то FT здесь представлены единственным компонентом – «постоянными трудозатратами на обслуживание рабочего места» (FTw). Это делает закономерным их равномерное деление на общее количество всех выполняемых ЛИ как единую базу распределения при расчете трудоемкости. В условиях небольшого потока исследований FT вносят существенный вклад в выполнение каждого из них, что увеличивает трудоемкость, а вследствие этого и стоимость таких лабораторных услуг. Динамика трудоемкости наиболее вариабельна для средовара как имеющего самую большую относительную долю FT в структуре общих трудозатрат (Таблица 4), однако существенна она и у МЛТ.

Представленная диаграмма демонстрирует, что фиксированные величины трудоемкости, полученные в одних лабораториях, вряд ли могут быть адекватно перенесены

в другие, отличающиеся хотя бы по количеству выполняемых исследований, тем более что есть еще локальные особенности оснащения и технологического процесса. Следовательно, разработка новых типовых норм труда, выполненная по аналогии с положениями приказа МЗ РФ № 380, не решит существующую проблему нормирования в конкретных лабораториях. Предложенный нами подход со стандартизованным разделением трудозатрат на постоянные и переменные выглядит предпочтительным как для фотохронометража отдельно взятой лаборатории, так и для получения в перспективе обобщенных результатов многоцентровых исследований, в том числе метаанализа, которые могли бы считаться эталонными и служить для планирования штата проектируемых лабораторий, а также лечь в основу создания тех же типовых норм, необходимых с точки зрения законодательства. В этом случае типовые нормы могут выглядеть уже не как традиционные «фиксированные» величины, а, скорее, как набор данных, стратифицированных по видам и компонентам затрат для самостоятельного моделирования с учетом имеющегося потока исследований.

Важность моделирования нагрузки можно проиллюстрировать диаграммой, приведенной на Рисунке 1. Наклон этих графиков определяется величиной переменных трудозатрат, которая складывается из суммы АVT всех выполняемых за год ЛИ и растет пропорционально увеличению их потока. Как показал выполненный статистический анализ, наименьший вклад

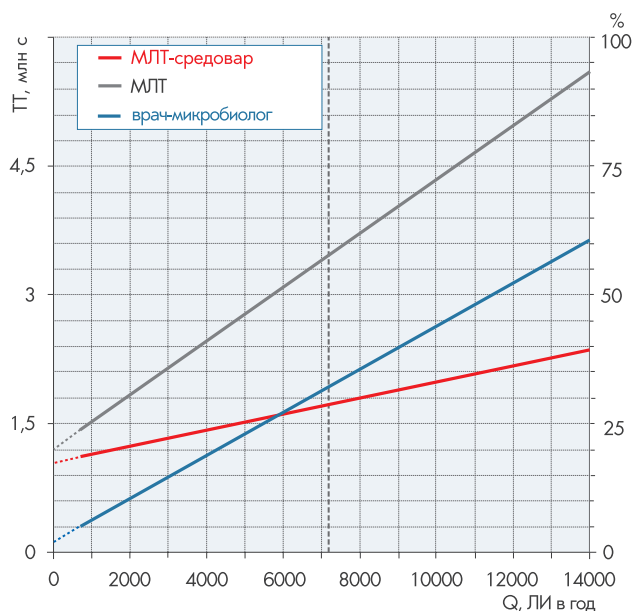


Рисунок 1. Графики динамики общих трудозатрат (ТТ) рабочих мест различных категорий персонала микробиологической лаборатории в зависимости от изменения количества бактериологических исследований

Вертикальная пунктирная линия обозначает текущее количество ЛИ. Дополнительная вертикальная ось справа показывает процентное отношение трудозатрат к бюджету рабочего времени 1 полной ставки специалиста.

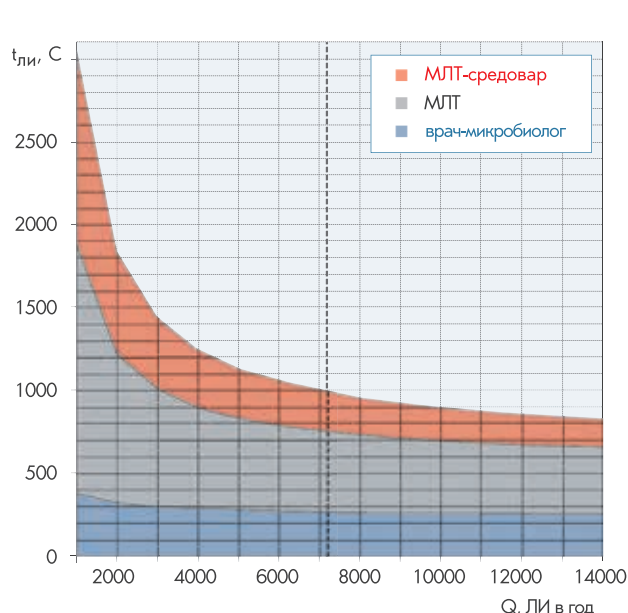


Рисунок 2. Изменение средневзвешенной величины трудоемкости выполнения 1 ЛИ ($t_{\text{ли}}$) в зависимости от годового количества бактериологических исследований, с распределением вклада рабочих мест различных категорий персонала микробиологической лаборатории

Вертикальная пунктирная линия обозначает текущее количество ЛИ.

переменные трудозатраты вносят в работу средовара, что делает ее мало зависимой от изменения количества исследований. Данная диаграмма, сопоставляющая величину общих трудозатрат рабочих мест и процент бюджета времени полной ставки сотрудника, позволяет осуществлять нормирование труда. В настоящий момент трудозатраты врача-микробиолога соответствуют 34% от полной ставки, МЛТ – 61%, а средовара – 31%. Учитывая требования приказа МЗ РФ № 380 о том, что рабочее время врача на выполнение исследований составляет до 75% от бюджета времени полной ставки, а среднего персонала – до 80%, соотношение нагрузки на рабочих местах «врач-микробиолог/МЛТ/средовар» при существующем потоке ЛИ можно охарактеризовать как 1,0/1,7/0,9 соответственно. Однако это соотношение, как можно видеть на диаграмме, не является постоянным и может меняться в зависимости от количества ЛИ. Полная выработка рабочего времени, отпущенного на выполнение ЛИ, в соответствии с существующими средневзвешенными значениями может быть достигнута у врача – при потоке в 16,3 тыс. ЛИ в год, у МЛТ – при 10,5 тыс., а у средовара – при 36,4 тыс., что и соответствует максимально допустимой нагрузке.

Бактериологические исследования являются трудоемким видом клинико-лабораторных тестов, а величины их трудоемкости, приведенные в Таблице 5, имеют весьма большой разброс в зависимости от той или иной аналитической процедуры. Такая вариабельность связана с различием значений АВТ на то или иное ЛИ. Так, полученные нами удельные переменные трудозатраты МЛТ для 1 исследования мокроты (679,2 с.) в 3,9 раза превышают аналогичную величину для посева ликвора (176,2 с.). Следовательно, и на финальную величину общих трудозатрат рабочего места будет влиять не только суммарное количество, но и соотношение тех или иных выполняемых ЛИ, что в свою очередь зависит от профиля и особенностей лечебного процесса медицинских учреждений-контрагентов. Увеличение количества выполняемых ЛИ чаще связано с присоединением дополнительных заказчиков со своей спецификой, внедрением новых методов, протоколов лечения, разовыми или периодическими профилактическими осмотрами, и тогда следует ожидать сдвига величины переменных затрат за счет превалирования тех или иных исследований в структуре дополнительной нагрузки. На Рисунке 3 дополнительно представлена теоретическая модель, прогнозирующая общие трудозатраты МЛТ в зависимости от изменения количества и номенклатуры выполняемых бактериологических исследований. Преобладание более или менее трудоемких исследований может приводить к сдвигам средневзвешенной величины АВТ и, как следствие, существенной вариабельности нагрузки, что особенно важно при оперативном учете работы персонала, так как количество работы может увеличиваться не пропорционально простому росту количества выполненных ЛИ, а в зависимости от того, какие именно исследования будут преобладать – более трудоемкие или менее. Следовательно, расчет АВТ для каждой из выполняемых на рабочем месте аналитических процедур

является важным условием фактического учета рабочей нагрузки персонала и в перспективе реализации схем прогрессивной оплаты труда. Задача несколько облегчается тем, что несмотря на существенные различия в протоколах проведения разных исследований, что отражается в вышеупомянутой вариации АВТ, в микробиологической лаборатории имеет место значительная универсальность выполняемых манипуляций. Набор сред и, соответственно, количество чашек Петри варьируется, однако посев биоматериала на любую из них занимает одинаковое время, поэтому нет технической необходимости выполнять хронометражные замеры для каждой из аналитических процедур по отдельности. Например, достаточно статистически оценить время посева на 1 чашку, а затем в расчете переменных затрат учесть их количество для каждого из видов исследований.

В отличие от МЛТ, на объем работы врача-микробиолога существенно влияет частота положительного роста микроорганизмов, что является индивидуальной статистической переменной для каждой лаборатории и, более того, отдельно взятых аналитических процедур, выполняемых в ней (Таблица 5). Нам представляется, что в отношении оценки подобных переменных математическое моделирование носит слишком теоретизированный характер. Поэтому повторимся, что предпочтительным является с нашей точки зрения стратифицированный подход к практическому сравнению разных лабораторий в многоцентровых исследованиях, опыт проведения которых имеется в области организации труда фтизиатрической службы [9]. В таком случае предложенный нами подход к структурированию трудозатрат позволил бы получить стандартизованные и, как следствие, менее вариабельные и легко обобщаемые данные. Так, в вышеупомянутом многоцентровом исследовании отсутствие принципа разделения затрат на постоянные и переменные привело к весьма существенной вариации результатов и не обоснованному результатам исследования выводу авторов о выгоде автоматизированной обработки более крупных партий биоматериала в сравнении с малыми [9]. Последнее, очевидно, связано с отсутствием стратификации компонента постоянных трудозатрат.

Оценка экономического эффекта, сопряженная с внедрением ТЛА в работу микробиологической лаборатории, выражается главным образом в величине возможной экономии фонда оплаты труда по сравнению с увеличением затрат на амортизацию оборудования и связанные с ним расходы [7]. Методологически для этого необходимо выделить те или иные действия персонала, которые могут быть сокращены за счет нового технологического процесса, сравнив ручное и роботизированное выполнение исследования по отдельным манипуляциям. Попытка их сопоставления, но без количественной оценки, для микробиологической лаборатории предпринята в работе Dauwalder O. и соавт. [1]. Нами же проводилась аналогичная количественная оценка, но для ИФА-исследований, и было продемонстрировано, что экономия труда при автоматизации происходит за счет уменьшения величины именно переменных трудозатрат [12].

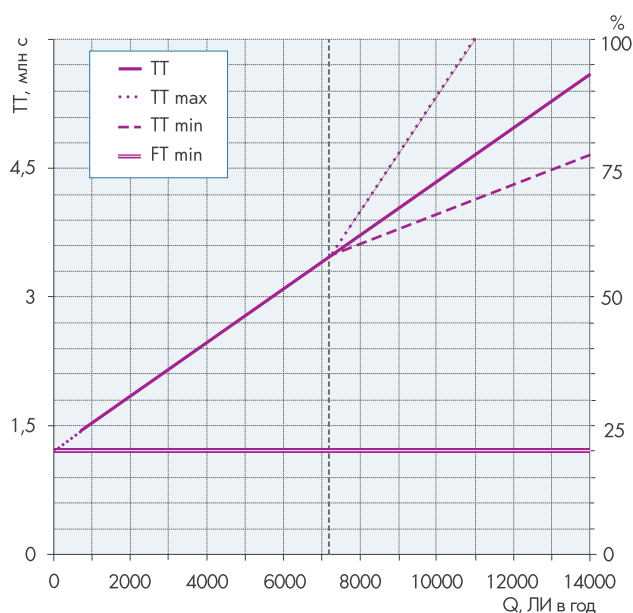


Рисунок 3. Модель прогнозирования общих трудозатрат (ТТ) медицинского лабораторного техника микробиологической лаборатории в зависимости от изменения годового количества и номенклатуры выполняемых бактериологических исследований

График «ТТ» (сплошная линия) – при сохранении текущего процентного соотношения номенклатуры выполняемых ЛИ; график «ТТ max» (штрихпунктирная линия) – прогноз дополнительной нагрузки за счет выполнения только наиболее трудоемкого ЛИ (посев мокроты); график «ТТ min» (пунктирная линия) – прогноз дополнительной нагрузки за счет выполнения только наименее трудоемкого ЛИ (посев ликвора на стерильность). Горизонтальная линия соответствует уровню постоянных трудозатрат (FT) рабочего места. Вертикальная пунктирная линия обозначает текущее количество ЛИ. Дополнительная вертикальная ось справа показывает процентное соотношение трудозатрат к бюджету рабочего времени 1 полной ставки специалиста.

Разделение трудового процесса на стандартные манипуляции позволяет группировать таковые не только по компонентам трудозатрат, но и по роду выполняемых задач (Рисунок 4). Так, выполнение посевов на среды занимает у МЛТ около 24% времени, а транспортировка образцов – 8%. Наибольшую часть времени врача-микробиолога занимают исследования на АБЧ, масс-спектрометрия, учет результатов посевов: 35%, 26% и 17% соответственно. Указанные манипуляции представляют собой переменные затраты, складывающиеся из времени обработки отдельных образцов биоматериала, и являются очевидной мишенью для эффективного сокращения за счет возможной автоматизации. Зарубежными авторами приводятся следующие цифры: посев на среды – 33%, учет результатов посевов – 25%, трансфер образцов – 10% времени [1]. Впрочем, зарубежные практические наблюдения сложно напрямую импортировать в российские реалии в связи с существенными различиями в организации труда и распределении про-

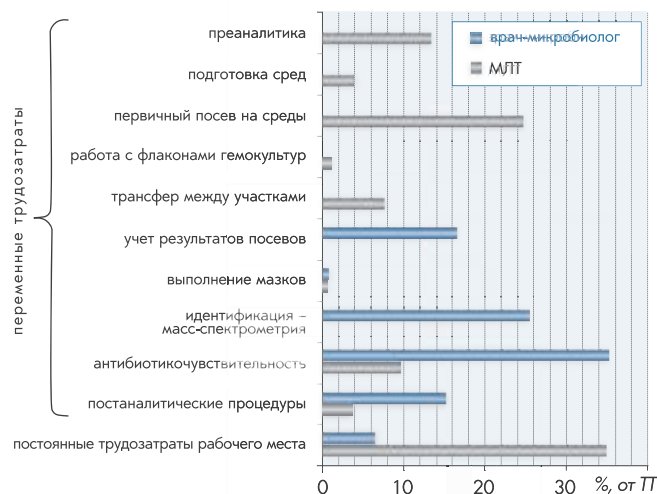


Рисунок 4. Процентное распределение рабочего времени персонала микробиологической лаборатории по роду выполняемых задач

фессиональных компетенций, обусловленных отечественным законодательством, что еще раз подчеркивает актуальность разработки аналитических подходов и получения собственных данных в сфере нормирования труда в медицинской лаборатории.

Заключение

В проведенном исследовании авторская методика группировки и обработки результатов фотохронометражных замеров позволила получить систематизированные данные о структуре и величине трудозатрат рабочих мест персонала микробиологической лаборатории. Продemonстрирована высокая трудоемкость бактериологических исследований и ее значительная вариабельность в зависимости от их вида и выполняемого количества. Полученные результаты ставят под сомнение эффективность использования на практике фиксированных типовых норм времени, не учитывающих разделение трудозатрат на переменные и постоянные и изменяющуюся базу распределения последних. Индивидуальный учет переменных трудозатрат для каждой из аналитических процедур делает возможным персонализацию результатов фотохронометража при нормировании труда сотрудников. Примененный в исследовании подход позволяет не только анализировать фактические трудозатраты разных категорий персонала микробиологической лаборатории, но также дает возможность эффективного моделирования нагрузки, учета фактической работы, в том числе переработки, оценки потребности в необходимых штатных единицах в зависимости от прогнозируемого объема и количественного соотношения номенклатуры выполняемых исследований. Использование представленной

методики оценки трудозатрат персонала медицинских лабораторий будет способствовать получению структурированных данных при проведении многоцентровых исследований, а также служить задачам оценки экономического эффекта внедрения автоматизированного оборудования.

Литература

1. Dauwalder O., Landrieu L., Laurent F., de Montclos M., Vandenesch F., Lina G. Does bacteriology laboratory automation reduce time to results and increase quality management? *Clin Microbiol Infect.* 2016;22:236-243. DOI: 10.1016/j.cmi.2015.10.037
2. Ivashikina T.M., Kadyrov F.N., Pashkova V.P., Klimenkova O.A. Some approaches to the labor normalization in the laboratory diagnostics. *Menedzher zdravooohraneniya.* 2019;7:71-77. Russian. (Ивашикина Т.М., Кадыров Ф.Н., Пашкова В.П., Клименкова О.А. Некоторые подходы к нормированию труда в лабораторной диагностике. Менеджер здравоохранения. 2019;7:71-77.)
3. Erokhin V.V., Sevast'yanova E.V., Puzanov V.A., Martynova L.P., Kravchenko M.A., Vakhrusheva D.V., et al. Estimated norms of time for carrying out individual labor operations in laboratories performing microbiological diagnostics of tuberculosis. *Tuberkulez i bolezni legkih.* 2013;90(9):54-63. Russian. (Ерохин В.В., Севастьянова Э.В., Пузанов В.А., Мартынова Л.П., Кравченко М.А., Вахрушева Д.В. и соавт. Расчётные нормы времени на проведение отдельных трудовых операций в лабораториях, выполняющих микробиологическую диагностику туберкулёза. Туберкулез и болезни легких. 2013;90(9):54-63.)
4. Apkhanova N.S., Dushina E.V. Organizational and methodological approaches to determining the required number of medical personnel for laboratory services when introducing modern laboratory technologies. *Topical issues of public health and health care at the level of the constituent entity of the Russian Federation: Materials of the All-Russian scientific-practical conference (with international participation) dedicated to the 100th anniversary of the Faculty clinics of ISMU. Irkutsk, Russia; 08 December 2020.* Edited by G.M. Gaidarov. Irkutsk: FSBSI "Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology". 2020;283-287. Russian. (Апханова, Н.С., Душина Е.В. Организационно-методические подходы к определению необходимой численности медицинского персонала лабораторной службы при внедрении современных лабораторных технологий. Актуальные вопросы общественного здоровья и здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвящённой 100-летию Факультетских клиник ИГМУ. Иркутск, 08 декабря 2020 года. Под общей редакцией Г.М. Гайдарова. Иркутск: ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии». 2020;283-287.)
5. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Basic Cost Accounting for Clinical Services; Approved Guideline. NCCLS document GP 11-A. Wayne, PA: NCCLS; 1998.
6. Ivoylov O.O., Kochetov A.G. A method for analyzing the typical structure of direct costs in the cost of a laboratory test. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika.* 2021;66(3):187-192. Russian. (Ивойлов О.О., Кочетов А.Г. Метод анализа типовой структуры прямых затрат в себестоимости лабораторного теста. Клиническая лабораторная диагностика. 2021;66(3):187-192.) DOI: 10.51620/0869-2084-2021-66-3-187-192
7. Da Rin G., Zoppelletto M., Lippi G. Integration of diagnostic microbiology in a model of total laboratory automation. *Lab Med.* 2016;47(1):73-82. DOI: 10.1093/labmed/lmv007
8. Bailey A.L., Ledebor N., Burnham Carey-Ann D. Clinical microbiology is growing up: the total laboratory automation revolution. *Clin Chem.* 2019;65(5):634-643. DOI: 10.1373/clinchem.2017.274522
9. Mathys V., Roycroft E., Raftery P., Groenheit R. Folkvardsen D.B., Homorodean D. Time-and-motion tool for the assessment of working time in tuberculosis laboratories: a multicentre study. *Int Tuberc Lung Dis.* 2018;22(4):444-451. DOI: 10.5588/ijtld.17.0564
10. Ivoylov O.O. The method for researching the labor costs of staff of medical laboratory. 2021. Available at: www.researchgate.net/publication/355031944_Metodika_issledovania_trudozatrat_personala_meditsinskoj_laboratorii. Accessed January 2022. Russian. (Ивойлов О.О. Методика исследования трудозатрат персонала медицинской лаборатории. 2021. Доступно по адресу: www.researchgate.net/publication/355031944_Metodika_issledovania_trudozatrat_personala_meditsinskoj_laboratorii. Ссылка активна на январь 2022 г.) DOI: 10.13140/RG.2.2.12058.57288
11. Barletta G., Zaninotto M., Faggian D., Plebani M. Shop for quality or quantity? Volumes and costs in clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med.* 2013;51(2):295-301. DOI: 10.1515/cclm-2012-0415.
12. Ivoylov O.O., Kochetov A.G., Lyang O.V., Libon K. Cost analysis as the basis of management decisions in the automation of HIV infection enzyme immunoassays. 2021. Available at: www.researchgate.net/publication/356836727_analiz_zatrat_kak_osnova_upravlenceskih_resenij_pri_avtomatizacii_immunofermentnyh_issledovanij_na_vic_infekciu. Accessed January 2022. Russian. (Ивойлов О.О., Кочетов А.Г., Лянг О.В., Либонь К. Анализ затрат как основа управленческих решений при автоматизации иммуноферментных исследований на ВИЧ-инфекцию. 2021. Доступно по адресу: www.researchgate.net/publication/356836727_analiz_zatrat_kak_osnova_upravlenceskih_resenij_pri_avtomatizacii_immunofermentnyh_issledovanij_na_vic_infekciu. Ссылка активна на январь 2022 г.) DOI: 10.13140/RG.2.2.12931.02080