



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК 619:616.995.1

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ УРОВНЯ ЗАРАЖЁННОСТИ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ В САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕРЫ РЕАБИЛИТАЦИИ



Махмудова Лола Бахроновна

Директор Научно-исследовательского института микробиологии,
вирусологии, инфекционных и паразитарных заболеваний имени
Л.М.Исаева при Самаркандском государственном медицинском
университете, Самарканд, Узбекистан

lolabm@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0000-5934-9539>

+998 90 742 49 59

Аннотация. Проанализирована динамика общей заболеваемости паразитарными болезнями в Самаркандской области. Определён нозологический состав (структура) паразитарных заболеваний, выявленных в Самаркандской области. С целью определения уровня зараженности паразитарными заболеваниями в районах Самаркандской области была использована математическая расчетная модель.

Ключевые слова: математическое моделирование, эпидемиология, паразитарные заболевания, гименолепидоз, энтеробиоз, стратегии профилактики заболеваний.

APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL TO DETERMINE THE PREVALENCE OF HELMINTH INFECTIONS IN THE SAMARKAND REGION AND REHABILITATION MEASURES

Mahmudova Lola Bakhronovna

L.M. Isaev Research Institute of Microbiology, Virology, Infectious and Parasitic Diseases,
Samarkand, Uzbekistan

Annotation. The dynamics of the overall incidence of parasitic diseases in the Samarkand region is analyzed. The nosological composition (structure) of parasitic diseases identified in the Samarkand region has been determined. In order to determine the level of infection with parasitic diseases in the districts of the Samarkand region, a mathematical calculation model was used.

Keywords: mathematical modeling, epidemiology, parasitic diseases, hymenolepidosis, enterobiosis, disease prevention strategies.

SAMARQAND VILOYATIDA GELMINTOZLAR BILAN ZARARLANISH DARAJASINI ANIQLASHDA MATEMATIK MODEL DAN FOYDALANISH VA REABILITATSIYA CHORA-TADBIRLARI

Mahmudova Lola Baxronovna



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

Samarqand davlat tibbiyot universitetining L.M. Isayev nomidagi mikrobiologiya, virusologiya, yuqumli va parazitarni kasalliklar ilmiy-tadqiqot instituti, Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya. Samarqand viloyatida parazitarni kasalliklarning umumiy kasallanish dinamikasi tahlil qilindi. Samarqand viloyatida aniqlangan parazitarni kasalliklarning nozologik tarkibi (tuzilishi) aniqlandi. Samarqand viloyati tumanlarida parazitarni kasalliklar bilan kasallanish darajasini aniqlash maqsadida matematik hisoblash modelidan foydalanildi.

Kalitso'zlar: matematikmodellash, epidemiologiya, parazitarni kasalliklar, gimenolepidoz, enterobioz, kasalliklarning oldini olish strategiyalari.

ВВЕДЕНИЕ. Математическое моделирование является быстроразвивающимся методом, применяемым в биологических, медицинских и ветеринарных науках, в том числе в паразитологии. В настоящее время накоплен большой опыт в построении и анализе математических моделей распространения трансмиссивных заболеваний. [1,2]. Возможные области использования аппарата математического моделирования включают анализ развития популяционного распространения болезни [3,4]. Для математического моделирования используется аппарат отображений и дифференциальных уравнений, а при описании происходящих процессов – различные уровни детализации.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ (ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ / МЕТОДЫ).

Учащиеся школ, истории болезней, амбулаторные карты, анкеты,

РЕЗУЛЬТАТЫ. Проанализирована динамика общей заболеваемости паразитарными болезнями в Самаркандской области за 2011-2021 годы. По полученным данным выявлено, что в эти годы средний показатель заболеваемости составил 363,4 на 100 тысяч жителей. Но в этом месте следует отметить, что показатель в 2020 году имеет необычный «скачок» размеров. В 2020 году в связи с пандемией COVID-19 произошло изменение соотношения приоритетов заболеваний в здравоохранении и, как следствие, обращения населения по другим заболеваниям, в том числе паразитарные заболевания снизились, а следовательно и понизилось диагностирование и выявление заболеваний. Именно по этой причине уровень заболеваемости паразитарными заболеваниями в 2020 году (160,3) был зарегистрирован в 2,3 раза ниже среднего показателя (363,4). Учитывая, что данная ситуация обуславливает аномальное отклонение в динамике заболеваемости паразитарными заболеваниями в области, во избежание методических ошибок, было целесообразно исключить уровень заболеваемости за 2020 г. на следующих этапах исследования (особенно в анализах, связанных с показателями заболеваемости). В этом случае, исключение данных за 2020 г. из ряда показателей за 2011-2021 гг., установило, что средний показатель заболеваемости был равен 373,1 на 100 000 населения.

Анализируя заболеваемость паразитарными болезнями среди детей Самаркандской области выявлено, что в 2011-2016 годах дети составляли 89,6% от общего числа заболеваемости паразитарными болезнями, а с 2017 по 2021 годы доля детей в общей заболеваемости увеличилась и составила в среднем 90,0%.



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

При изучении тенденции динамики заболеваемости паразитарными заболеваниями в Самаркандской области за изучаемые года было установлено, что уровень заболеваемости был волнообразным, т.е., то повышался, то снижался, а в последующие годы прогнозировалась тенденция к росту уровня заболеваемости с доверительным интервалом 75,0% ($R^2 = 0,82$).

На следующем этапе мы проанализировали нозологический состав (структуру) паразитарных заболеваний, выявленных в Самаркандской области по годам. В данном случае использовалась следующая статистическая формула: Нозологический состав (структура) паразитарных заболеваний (%) = встречаемость одного паразита * 100 / все выявленные паразитарные заболевания.

По полученным результатам, энтеробиозы заняли ведущее место среди паразитарных заболеваний, выявленных за последние 11 лет и в среднем с 2011 по 2021 года составили 60,3%. Так, в течение изучаемых лет его встречаемость колебалась от 53,7% до 63,2%. Следующее место занял лямблиоз, который составил в среднем 24,03%, в изучаемые годы регистрация лямблиоза колебалась от 21,2% до 25,5%. Среди паразитарных заболеваний, выявленных в Самаркандской области, гименолепидозы занимают третье место (в среднем 15,0%), регистрация которых за последние годы колебалась в пределах 9,9-18,3%.

Крайне низкие проценты паразитарных заболеваний, выявленных в Самаркандской области составили тениаринхозы - 0,28%; эхинококкозы - 0,33% и на последнем месте были аскаридозы (в среднем 0,02% в год). Уровень заболеваемости идентифицированных паразитарных заболеваний с годами статистически значимо не менялись

С целью определения уровня зараженности паразитарными заболеваниями в районах Самаркандской области была изучена математическая расчетная модель ((P_{alh}), предложенная deSilva&Hall (2010) для установления уровня зараженности в определённых местностях.

$$P_{elh} = a + t + h - (a \times t + a \times h + t \times h) + a \times t \times h / 1,06$$

Где, a = показатель распространенности аскаридозом (%)

t = показатель распространенности трихоцефалёзом (%)

h = показатель распространенности анкилостомоза (%)

Мы адаптировали математическую модель расчета показателя уровня зараженности паразитарными заболеваниями в определенной местности, предложенной deSilva&Hall (2010) к Самаркандской области с учетом ведущих паразитарных заболеваний, и разработали адаптированную модель.

$$P_{elh} = e + l + h - (e \times l + e \times h + l \times h) + e \times l \times h / 1,06$$

Где, e = показатель распространенности энтеробиозом (%)

l = показатель распространенности лямблиозом (%)

h = показатель распространенности гименолепидозом (%)

При помощи данной математической модели мы оценили уровень заболеваемости паразитарными болезнями в каждом районе Самаркандской области за 2018 и 2019 годах учетом показателей заболеваемости ведущих паразитарных заболеваний.

Территория с уровнем заболеваемости паразитарными болезнями $\geq 50\%$ являются гиперэндемичной зоной; с уровнем заболеваемости ≥ 20 < 50% были оценены, как



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

мезоэндемичная зона, с уровнем заболеваемости $<20\%$ - как гипоэндемичная зона. Как показано в 3 - рисунке в Пахтачинском, Пайярикском, Нурабадском, Ургутском и Кушрабовтовском районах уровень заболеваемости паразитарными инфекциями составила $\geq 50\%$, соответственно эти районы отнесены к гиперэндемичным зонам. В Жомбайском, Иштихонском, Каттакурганском, Окдарьинском, Пастдаргомском районах и в городе Каттакурган уровень инвазии паразитарными инфекциями находился в пределах $\geq 20 < 50\%$, а, следовательно, данные районы Самаркандской области оценены как мезоэндемичными по уровню заражения. Нарпайский, Булунгурский, Тайлякский, Самаркандский районы и город Самарканд были определены как гипоэндемичные зоны из-за уровня инвазии $<20\%$.

На основании полученных данных создана карта районов Самаркандской области по распространенности энтеробиозной, гименолепидозной и лямблиозной инфекций.

С целью определения причины неравномерного распределения паразитарных заболеваний по районам Самаркандской области были сравнительно изучены факторы, влияющие на уровень пораженности в той или иной местности. Для этого в установленных с помощью разработанной математической модели гиперэндемичных, мезо- и гипоэндемичных зонах были отобраны по 1 школе, мы провели анкетирование учащихся от 7 до 14 лет, родителей и педагогического персонала, работающего в данной школе на основе вопросников, разработанных с целью оценки их уровня знаний о паразитарных заболеваниях. Согласно анализу результатов опроса, независимо от уровня зараженности местности, в среднем 70% учащихся, принявшие участие в исследовании, не знают о том, что гельминты могут попасть из внешней среды в организм человека и вызывать заболевания. На следующем этапе мы сравнили результаты опроса, проведенного среди родителей этих учащихся по изучаемым зонам эндемичности. Независимо от района, в среднем 80,1% родителей не знают, что черви/гельминты вызывают заболевания в организме человека.

Со статистически значимой разницей 69,9% (43) родителей, проживающие в гипоэндемичной зоне, знают, что с фекалиями их детей выделяются черви, но среди родителей, проживающих в гиперэндемичной зоне, этот показатель составил лишь 19,9% (OR= 9,0; 95% ДИ=4,2–19,5).

Выявлена высокая обратная корреляционная связь ($r=-0,992$) между уровнем зараженности районов паразитарными заболеваниями и уровнем знаний школьников и родителей о паразитарных заболеваниях.

Для совершенствования и внедрения алгоритма массовой дегельминтизации школьников были проведены паразитологические обследования школьников в этих регионах. Для этого фекалии школьников в возрасте от 7 до 14 лет из всех регионов были трижды исследованы методом копроовоскопии для выявления паразитарных заболеваний. На первом этапе исследования результаты копроовоскопических обследований были сравнительно изучены среди школьников регионов с использованием операционного анализа. Одновременно с этим у этих детей была проведена массовая дегельминтизация в установленном порядке, через 1 неделю кал всех вышеупомянутых детей повторно исследовался копроовоскопическим методом в целях оценки эффективности дегельминтизации. Для этого использовался социальный опрос родителей или законных



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

представителей детей, проходящих реабилитацию в клинике. Исследование проводилось в течение пяти лет.

При выписке ребёнка из больницы ему предлагалось заполнить бумажные анкеты. Было получено 1170 анкет. На момент исследования большинство респондентов (80,5%) проживали в Самаркандской области, 13,8% — в другой области, 4,1% — в городе Самарканде, а 1,6% не указали место жительства.

Эффективность реабилитационных мероприятий оценивалась по трем направлениям: медицинскому, социальному и экономическому. Оценка изменений функционального состояния детей проводилась специалистами. Оценка социальной эффективности реабилитации детей после инфекций проводилась родителями путём оценки изменений в отдельных навыках детей (улучшение, ухудшение, стабилизация). Оценка экономической эффективности проводилась путём опроса родителей семей, дети которых проходили лечение в больнице в 2023 году. Родителей просили оценить экономическое положение семьи до и после реабилитации. В ходе опроса ответы родителей фиксировались в специально разработанной «Карте пациента отделения реабилитации», состоящей из трех блоков: оценка социальной эффективности, оценка экономической эффективности, оценка медицинской эффективности (проводилась врачами после выписки детей из отделения реабилитации). Эффективность реабилитации была оценена у 511 детей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. За последние 10 лет заболеваемость паразитарными болезнями в Самаркандской области носит волновой характер и не имеет тенденции к снижению, наблюдается тенденция к ее увеличению.

2. За 2011-2021 гг. в Самаркандской области отмечается превалирование таких паразитозов как, энтеробиоз (в среднем 10056,4 случая), гименолепидоз (в среднем 2296,7 случая), лямблиоз (в среднем 4007,1 случая), при том, такие паразитарные заболевания как, аскаридоз (в среднем 6, 6 случаев), эхинококкоз (в среднем 46,1 случая), тениаринхоз (в среднем 43,8 случая) наблюдались на низких уровнях.

3. Более 70 % школьников и более 50,0 % родителей не владеют знаниями о путях передачи паразитарных болезней, их основных клинических признаках и мерах профилактики, независимо от уровня зараженности паразитарными болезнями в районах Самаркандской области. Наоборот, 80,0% педагогического коллектива этих школ имеют представление о паразитарных болезнях.

4. Основными факторами риска, обуславливающие высокую выявляемость паразитарных заболеваний в гиперэндемичной зоне являются: в территориях 69,0% школ местами имеются мусорные свалки (отходы вовремя не вывозятся, местами скапливаются), 87,1% Самаркандской области не пользуются услугами централизованной канализации, 67% школ не обеспечены чистой питьевой водой, в результате чего 66,0% школьных туалетов находятся в неудовлетворительном состоянии (не убраны вовремя, много мух, отсутствие водоснабжения), 44,0% детей в возрасте 2-7 лет, проживающих в гиперэндемичных районах, входят в неорганизованные группы.

5. С учетом степени зараженности региона паразитарными заболеваниями и того факта, что паразитарные заболевания проявляются в смешанной форме в среднем в 25,0% случаев,



URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3/1 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

разработан и внедрен усовершенствованный алгоритм проведения массовой дегельминтизации школьников.

6. На основе анализа проведённых исследований была разработана и внедрена в практику научно обоснованная программа повышения эффективности профилактики и реабилитации паразитарных заболеваний у детей. При этом было показано, что проведение комплекса реабилитационных мероприятий и последующий мониторинг пациентов являются одним из условий полного лечения пациентов без рецидивов и перехода заболевания в хроническую форму.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gutierrez J.B., Galinski M.R., Cantrell S., Voit E.O. From within host dynamics to the epidemiology of infectious disease: Scientific overview and challenges. *Mathematical Biosciences*. 2015. V. 270. P. 143–155.

2. Robertson S.L., Caillouët K.A. A host stage-structured model of enzootic West Nile virus transmission to explore the effect of avian stage-dependent exposure to vectors. *Journal of Theoretical Biology*. 2016. V. 399. P. 33–42.

3. Chitnis N., Cushing J.M., Hyman J.M. Bifurcation analysis of a mathematical model for malaria transmission. *SIAM Journal on Applied Mathematics*. 2006. V. 67. № 1. P. 24–45.

4. Burli C., Harbrecht H., Odermatt P., Sayasone S., Chitnis N. Mathematical analysis of the transmission dynamics of the liver fluke, *Opisthorchis viverrini*. *Journal of Theoretical Biology*. 2018. V. 439. P. 181–194.