



ТОО «Национальный научный центр особо опасных инфекций имени Масгуты Айкимбаева»

**Учредитель:**

Национальный научный центр  
особо опасных инфекций  
им. Масгуты  
Айкимбаева

Журнал зарегистрирован  
в Министерстве информации и  
общественного развития Респу-  
блики Казахстан Комитет ин-  
формации:

№ KZ23VPY00037930  
от 16.07.2021

**ISSN: 2789-4991**

**ISSN: 2958-9002**

Главный редактор,  
кандидат медицинских наук  
**З.Б. Жумадилова**

Редактор выпуска, д.м.н.  
**Т.В. Мека-Меченко**

Мнение авторов статей не всегда  
совпадает с мнением редакцион-  
ной коллегии

## **Особо опасные инфекции и биологическая безопасность**

**№ 12**

### **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

**Жумадилова З. Б.**, ННЦООИ, к.м.н., Алматы

**Айкимбаев А. М.**, ННЦООИ, д.м.н., профессор, Алматы

**Атшабар Б. Б.**, ННЦООИ, д.м.н., Алматы

**Балахонов С.В.**, директор ФКУЗ «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока», д.м.н., профессор РФ

**Бейсенова С.С.**, Комитет санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК, Астана

**Ковалева Г. Г.**, ННЦООИ, к.м.н., Алматы

**Кожапова Р.А.**, Комитет санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК, Астана

**Кутырев В. В.**, директор Российского научно-исследовательского противочумного института «Микроб», д. м. н., профессор, академик РАН, РФ

**Лукас Пейнтнер**, PhD, менеджер проекта «Германско-казахстанское со-трудничество по биобезопасности», ФРГ

**Мека-Меченко Т. В.**, ННЦООИ, д.м.н., Алматы

**Мотин В.**, профессор, США

**Садвакасов Н. О.**, Комитет санитарно-эпидемиологического контроля МЗ РК, Астана

**Токмурзиева Г. Ж.**, ННЦООИ, д.м.н., Алматы

**Hong Tang**, д.м.н., профессор, генеральный директор Шанхайского Института Пастера, КАН, КНР

**Jinghua Cao**, генеральный секретарь Альянса международных научных организаций, д.м.н., профессор, КНР

Редколлегия имеет право отклонять от публикации рукописи, получившие отрицательные отзывы или не отвечающие правилам для авторов

**Адрес редакции:** 050054,

Казахстан, г. Алматы,  
Жахангер, 14, ННЦООИ

им. М. Айкимбаева,  
тел. (8727) 2233821,  
nscedi@nscedi.kz

**Алматы, 2025**

ОСОБО ОПАСНЫЕ ИНФЕКЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
№ 12, Алматы, 2025, 49 с.

АСА ҚАУПТІ ИНФЕКЦИЯЛАР ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУПСІЗДІК  
№ 12, Алматы, 2025, 49 б.

ESPECIALLY DANGEROUS INFECTIONS AND BIOLOGICAL SAFETY  
№ 12, Almaty, 2025, 49 p.

**Рецензенты:**

Д.м.н., профессор **А.М. Айкимбаев, Э.Ж. Бегимбаева, А.М. Матжанова**

Техническое оформление – **Т.В. Мека-Меченко, С.К. Умарова, Г.М. Сайрамбекова**

Печатается на основании решения Ученого совета,  
протокол № 4 от 12 июня 2025 года

## **ЭПИЗООТОЛОГИЯ**

УДК 599.32: 595.2: 616.9

### **К ВОПРОСУ О НАЧАЛЕ НОВОГО ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЛХАШСКОГО ПУСТЫННОГО АВТОНОМНОГО ОЧАГА ЧУМЫ**

**В.В. Сутягин, А.А. Петров, И.Б. Ким, Е.О. Наурызбаев**

(РГУ «Талдыкорганская противочумная станция» КСЭК МЗ РК, *tpcstald@mail.ru*)

В статье описано начало нового цикла эпизоотии чумы среди большой песчанки на территории Прибалхашского автономного очага чумы. Наступление межэпизоотического периода было связано с резким снижением численности основного носителя и переносчиков. После четырехлетнего периода, в 2023 году, на фоне увеличения численности большой песчанки и ее эктопаразитов, эпизоотии чумы возобновились в одном из ЛЭР очага. Начало нового цикла показало окончательное закрепление на территории ЛЭР 30.1 штаммов чумного микробы со сниженной способностью к капсулообразованию.

**Ключевые слова:** чума, эпизоотия, эпизоотический цикл

Прибалхашский пустынный автономный очаг (30). Расположен на территории Алматинской области и области Жетісу в междуречье Или-Каратал-Аксу-Лепсы-Аягоз. На севере и западе очаг ограничен оз. Балхаш, на востоке и юго-востоке – отрогами Джунгарского хребта, на юге – р. Или. Очаг включает 11 ландшафтно-эпизоотологических районов (ЛЭР), суммарная площадь которых к настоящему времени составляет 67,41 тыс. км. кв.

Последний эпизоотический цикл на территории очага начался в 1987 году и протекал непрерывно с разной степенью интенсивности до 2018 года включительно и был самым длинным за весь период наблюдения за очагом. Последняя выявленная активность эпизоотического процесса чумы на территории Прибалхашского природного автономного очага была в весенне-летний сезон 2018 года. Эпизоотии были зафиксированы в двух ЛЭР из одиннадцати – 30.1 «Баканасская древнедельтовая равнина» и 30.2 «Равнина Ақдала». Окончание регистрации эпизоотий чумы в очаге в 2018 году произошло на фоне снижения численности основного носителя, продолжавшегося три последние года. Еще одной особенностью данного цикла, являлось закрепление на территории очага штаммов чумного микробы (*Yersinia pestis*) с атипичной капсулой [1]. Причем, в ряде экспериментов обнаружились разнообразные механизмы повреждения *caf1* оперона при формировании F1–вариантов *Y. pestis* [2,3].

В 2019-2022 годах, при проведении эпизоотологического обследования территории, эпизоотий чумы ни бактериологическим, ни серологическим методами не зарегистрировано. Однако, стоит отметить, что при исследовании суспензий эктопаразитов (блох и клещей), собранных на территории деятельности Каройского ПЭО (ЛЭР - Баканасская древнедельтовая равнина) в весенне-летний оперативный сезон 2022 года методом ПЦР на наличие ДНК чумного микробы обнаружены положительные результаты в 4-х секторах с обнаружением гена *Pst* в 6 суспензиях блох с очеса большой песчанки.

Впервые, после четырехлетнего периода, эпизоотия чумы была выявлена в осенний обследовательский сезон 2023 года только бактериологическим методом на территории Баканасской древнедельтовой равнины (БДР), на площади 100 км<sup>2</sup> или 1,3% от обследованной. Возбудитель чумы (1 штамм) выделен от основного носителя.

В 2024 году эпизоотия уже регистрировалась в весенний и осенний сезоны также на территории Баканасской древнедельтовой равнины. Весной - на площади 200 км<sup>2</sup> или 2,60% от обследованной, где были выделены 2 (0,06%) культуры от основного носителя и 2 (0,10%) культуры от переносчиков. В осенний сезон эпизоотия получила распространение и уже регистрировалась на территории 500 км<sup>2</sup> или 7,04% (рост в 5,4 раза в сравнении с осенним сезоном 2023 года) от обследованной. Было выделено 5 (0,30%) культур от основного носителя и 9 (0,38%) культур от переносчиков. В целом по равнине численность большой песчанки в эти годы восстановилась до средних значений. Численность эктопаразитов, также достигла средних и высоких показателей.

Также на территории ЛЭР 30.1 получены положительные результаты на ген чумного микроба методом ПЦР: 1 суспензия погадки хищных птиц, 1 суспензия внутренних органов БП и 3 суспензии эктопаразитов.

Изучение выделенных культур показало низкое содержание фракции 1 чумного микроба.

В связи с постоянной циркуляцией и по-видимому закреплению в Прибалхашском автономном пустынном очаге чумы штаммов чумного микроба с атипичной капсулой, не позволяющей проводить диагностику серологическим методом, дать однозначный ответ о наличии и продолжительности межэпизоотического периода в настоящее время не представляется возможным. В будущем необходимо пересмотреть подход к серологической диагностике грызунов на территории данного очага.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сутягин В.В., Мека-Меченко Т.В., Ковалева Г.Г., Бердебеков А.Т., Беляев А.И., Ким И.Б. Распространение и характеристика штаммов *Yersinia pestis* с атипичной капсулой в Прибалхашском автономном очаге чумы // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.- Алматы, 2020.- Вып. 2 (41), стр. 64-69
2. Meka-Mechenko T.V., Begimbayeva EZh., Kovaleva G.G., Abdel Z.Zh., Sutyagin V.V., Baitursyn B.A. Phenotypic Properties of Y. pestis Strains from Kazakhstan // Proceedings of the International Symposium "Yersinia 14" (September 26–28, 2022, Saint-Petersburg, Russian Federation). – Saratov: Amirit, 2022. – p. 55
3. Meka-Mechenko T.V., Begimbayeva EZh., Sutyagin V.V., Kovaleva G.G., Abdel Z.Zh. Protein Profiles of Plague Microbe Strains // Proceedings of the International Symposium "Yersinia 14" (September 26–28, 2022, Saint-Petersburg, Russian Federation). – Saratov: Amirit, 2022. – p.56

#### LITERATURE

1. Sutyagin V.V., Meka-Mechenko T.V., Kovaleva G.G., Berdibekov A.T., Belyaev A.I., Kim LB. Distribution and characteristics of *Yersinia pestis* strains with an atypical capsule in the Balkhash autonomous plague focus // Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan. - Almaty, 2020. - Issue 2 (41), pp. 64-69
2. Meka-Mechenko T.V., Begimbayeva EZh., Kovaleva G.G., Abdel Z.Zh., Sutyagin V.V., Baitursyn B.A. Phenotypic Properties of Y. pestis Strains from Kazakhstan // Proceedings of the International Symposium "Yersinia 14" (September 26–28, 2022, Saint-Petersburg, Russian Federation). – Saratov: Amirit, 2022. – p. 55
3. Meka-Mechenko T.V., Begimbayeva EZh., Sutyagin V.V., Kovaleva G.G., Abdel Z.Zh. Protein Profiles of Plague Microbe Strains // Proceedings of the International Symposium "Yersinia 14" (September 26–28, 2022, Saint-Petersburg, Russian Federation). – Saratov: Amirit, 2022. – p.56

БАЛҚАШ МАҢЫ ШӨЛДІ АВТОНОМДЫ ОБА ОШАҒЫНЫң АУМАҒЫНДА ЖАҢА  
ЭПИЗООТИЯЛЫҚ КЕЗЕҢНІҢ БАСТАЛАУЫ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕ

**Сутягин В.В., Петров А.А., Ким И.Б., Наурызбаев Е.О.**

Мақалада Балқаш маңы автономды оба ошагының аумағында үлкен құмтышқан арасында оба эпизоотиясының жаңа кезеңінің басталуы сипатталған. Эпизоотия аралық кезеңнің басталуы негізгі алып жүруші мен тасымалдаушылар санының күрт төмендеуіне байланысты болды. Төрт жылдық кезеңнен кейін

2023 жылы үлкен құмтышқан мен оның эктопаразиттерінің саны өсуіне байланысты осы ошақтағы бір ЖБА оба қоздырышы жаңарды. Жаңа циклдің басталуы капсула түзілу қабілеті төмендеген микробтық штамдардың 30.1 ЖБА аумагында түпкілікті бекітілуін көрсетті.

**ON THE QUESTION OF THE BEGINNING OF A NEW EPIZOOTIC CYCLE IN THE TERRITORY OF THE BALKHASH DESERT AUTONOMOUS PLAGUE FOCUS**

**Sutyagin V.V., Petrov A.A., Kim I.B., Nauryzbayev E.O.**

The article describes the beginning of a new cycle of plague epizootics among the great gerbil in the territory of the Balkhash Autonomous Plague Focus. The onset of the inter-epizootic period was associated with a sharp decrease in the number of the main carrier and vectors. After a four-year period, in 2023, against the background of an increase in the number of great gerbils and their ectoparasites, plague epizootics resumed in one of the LE of the focus. The beginning of a new cycle showed the final consolidation of plague microbe strains with reduced ability to form capsules on the territory of LER 30.1.

УДК 616.98:599.32:004.942

**SEIRDS-SEIRDS ДИФФУЗИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭПИЗООТИИ ЧУМЫ С ВЕКТОРНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ И СЕЗОННОСТЬЮ**

**В.В. Сутягин**

(РГУ «Талдыкорганская противочумная станция» КСЭК МЗ РК, tpcstald@mail.ru)

Разработана SEIRDS-SEIRDS диффузионная модель эпизоотии чумы в популяции большой песчанки, предназначенная для изучения пространственно-временной динамики эпизоотии чумы с учетом векторной передачи инфекции блохами, сезонности и вероятного заноса возбудителя с больной песчанкой и/или эктопаразитами. Показано, что непрерывное течение эпизоотии на ограниченной территории, возможно только при заносе чумного микроба с больной песчанкой или зараженной блохой и/или с положительными коэффициентами диффузии.

**Ключевые слова:** чума, эпизоотия, математическое моделирование

Ежегодное эпизоотологическое обследование энзоотичных по чуме территорий в настоящее время не могут ответить на вопросы о структуре эпизоотии и параметров ее распространения. Поэтому решить данные вопросы возможно только с использованием компьютерного моделирования. Впервые принципиальную возможность моделирования чумного эпизоотического процесса в поселениях больших песчанок (*Rhombomys opimus* Licht., 1823 – Rodentia, Cricetidae) с помощью ЭВМ показали И.С. Солдаткин с соавторами [1]. На современном этапе, наиболее полная модель, основанная на вероятностном клеточном автомате, реализованная на языке Visual Basic for Application в среде Microsoft Excel 2003, была разработана В.М. Дубянским и Л.А. Бурделовым [2]. Данная модель относится к так называемой SEIR-модели с некоторыми специфическими отличиями. Авторы показали, что именно в их модели основные характеристики модельного эпизоотического процесса качественно и количественно близки к природному аналогу.

В дополнение к вышеперечисленным моделям, нами, в среде Microsoft Excel, разработана **SEIRDS-SEIRDS диффузионная** модель эпизоотии чумы в популяции большой

песчанки. Данная модель предназначена для изучения пространственно-временной динамики эпизоотии чумы с учетом векторной передачи инфекции блохами, сезонности и вероятного заноса возбудителя с больной песчанкой и/или эктопаразитами. Модель позволяет оценить вклад каждого фактора в динамику изменения количества восприимчивых грызунов (Susceptible), бессимптомных инфицированных песчанок (Exposed), инфицированных грызунов с симптомами способных передавать инфекцию блохам (Infected), выздоровевших (Recovered) и умерших (Dead) песчанок во время протекания эпизоотии, с учетом инкубационного периода, характерного для больших песчанок, наличия временного иммунитета после перенесенного заболевания и длительности заболевания, а также количества восприимчивых блох (Flea Susceptible), инфицированных блох, которые временно не передают инфекцию (Flea Exposed), инфицированных блох способных к передачи чумы (Flea Infected), «выздоровевших» (освободившихся от чумного микробы) эктопаразитов (Flea Recovered) и умерших блох (FleaDead).

Изменения количества носителей и переносчиков в компартментах описывается уравнениями:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial S}{\partial t} &= S - \beta SI/N + R\xi_F \\
 \frac{\partial E}{\partial t} &= E + \beta SI/N - \alpha E \\
 \frac{\partial I}{\partial t} &= I + \alpha E - \delta I - \gamma I + \lambda \\
 \frac{\partial R}{\partial t} &= R + \gamma I - R\xi_F \\
 \frac{\partial D_{\text{кумулятивная}}}{\partial t} &= D + \delta I \\
 \frac{\partial D_{\text{ежедневная}}}{\partial t} &= \delta I \\
 \frac{\partial S_F}{\partial t} &= S_F - \beta_{FS} F_I F/N_F + R_F \xi \\
 \frac{\partial E_F}{\partial t} &= E_F + \beta_{FS} F_I F/N_F - \alpha_{FE} F \\
 \frac{\partial I_F}{\partial t} &= I_F + \alpha_{FE} F - \delta_{FI} F - \gamma_{FI} F + \lambda_F \\
 \frac{\partial R_F}{\partial t} &= R_F + \gamma_{FI} F - R_F \xi \\
 \frac{\partial D_F}{\partial t} &= D_F + \delta_{FI} F \\
 \frac{\partial D_F}{\partial t} &= \delta_{FI} F
 \end{aligned}$$

Для модели с сезонностью:

$$\beta_b(t) = \beta_0 * (1 + A_1 * \sin(2\pi t/T_1 + \varphi_1) + A_2 * \sin(2\pi t/T_2 + \varphi_2))$$

Для модели с диффузией, во все уравнения, кроме  $\partial D/\partial t$  и  $\partial D_F/\partial t$ , прибавляется новый член:

$$D \partial^2 S(E, I, R) / \partial x^2$$

Для моделирования случайного процесса «заноса» инфицированного грызуна и/или блохи в уравнения  $\partial I/\partial t$  и  $\partial I_F/\partial t$  вводится новый член  $\lambda$  и  $\lambda_F$  соответственно.

В программе приняты следующие обозначения:

**S** - восприимчивые грызуны

**E** - экспонированные (инфицированные, но еще не заразные) грызуны

**I** - инфицированные и заразные грызуны

**R** - выздоровевшие грызуны

**D** - погибшие грызуны

**N** - общее количество грызунов ( $S+E+I+R+D$ )

**S\_F** - восприимчивые блохи

**E\_F** - экспонированные (инфицированные, но еще не заразные) блохи

**I\_F** - инфицированные и заразные блохи

**R\_F** - выздоровевшие блохи

**D\_F** - погибшие блохи

**N\_F** - общее количество блох ( $S_F+E_F+I_F+R_F+D_F$ )

**S** в конце, означает, что особи, перенесшие заболевания, после фиксированного временного иммунитета, опять возвращаются в группу восприимчивых.

**S** – количество восприимчивых грызунов. Восприимчивыми будут считаться все грызуны, обитающие на определенной площади территории (известно, что не всех больших песчанок можно отнести к разряду восприимчивых, этот факт, будет учитываться при выборе коэффициента  $\beta$ ), модель которой мы хотим построить – от самой мелкой структурной единицы (парцеллы), до более крупных ( $km^2$ , сектор, первичный район, ландшафтный эпизоотологический район – ЛЭР и др.). Например, ранее нами было определено, что наименьшей структурной единицей популяции – «парцеллой», будет окружность радиусом равным  $2\sigma$  - около четырехсот метров и площадью соответственно -  $0,5 km^2$ . Учитывая данные по численности больших песчанок (БП), обитающих на территории ЛЭР 30.1 «БДР» (Баканасская древнедельтовая равнина) в весенне-летний обследовательский сезон 2005-2014 года 796 особей/ $km^2$ , можно предположить, что **S** для парцеллярной группировки равна приблизительно 400 особей [3]. Также можно использовать моделирование протекания эпизоотий в различных элементах структуры очага, которые можно разделить на три ранга [4]. Элементы мелкой структуры – очажки чумных нор, включают обычно не больше десяти, реже – до двух десятков с чумными грызунами и блохами. Элементы среднего ранга – эпизоотические пятна, в поселениях больших песчанок обычно достигают нескольких десятков квадратных километров. К ним относятся и так называемые «ядра очага». Крупные структуры – участки очаговости, включают элементы, измеряемые десятками километров.

**S\_F** – количество восприимчивых блох. Восприимчивыми будут считаться все эктопаразиты обитающие на определенной площади территории (известно, что не всех блох можно отнести к разряду восприимчивых, этот факт, будет учитываться при выборе коэффициента  $\beta_F$ ), модель которой мы хотим построить – от самой мелкой структурной единицы (парцеллы), до более крупных ( $km^2$ , сектор, первичный район, ландшафтный эпизоотологический район – ЛЭР и др.). Например, численность блох на территории ЛЭР 30.1 «БДР» в весенне-летний обследовательский сезон 2005-2014 года составила 35310 особей/ $km^2$ . Соответственно, для парцеллы это будет составлять 17655 экземпляров блох. Также можно использовать моделирование протекания эпизоотий в различных элементах структуры очага.

**I** и **I\_F** – количество инфицированных и заразных грызунов и блох в первый день наблюдения, можно ввести произвольно, начиная от единичных экземпляров, что зависит от задач моделирования.

**$\beta$  (бета)** - коэффициент (или скорость) передачи инфекции от блохи к грызуну - среднее количество контактов на одну песчанку за сутки, умноженное на вероятность передача болезни при контакте между восприимчивым и инфекционным субъектом - например, если в среднем инфицированная блоха контактирует с 5 грызунами в день и вероятность их заражения при этом составляет 50%, то  $\beta=5*0,5=2,5$ .

**$\beta$**  – зависит от плотности популяции блох и грызунов, индивидуальной и популяционной чувствительности песчанок, от вирулентности культур, от частоты питания блох. По данным разных источников [5,6] после питания зараженных блох на БП, заражалось от 30% до 70% грызунов, в зависимости от количества выпущенных на БП блох. По опытам Корнеева Г.А. с соавторами [7], изучавших интенсивность паразитарного контакта между блохами и БП с применением мечения изотопами, получены следующие данные (апрель-май): при количестве эктопаразитов до 50 экземпляров в колонии – в среднем 6,5 блох питалось на БП за сутки; при количестве блох от 51 до 100 – 7,8 блох за сутки; 101-300 экземпляров эктопаразитов – 16,2 блохи/сутки; 301-500 блох в колонии – 44,3; 501-1000 – 41,8 блох/сутки и более 1000 – 37,0 соответственно. Осеню (сентябрь-октябрь) этот показатель

снижался примерно в 2 раза. Блохи *Nosopsyllus fasciatus* Bosc. 1801 – паразит крыс и домовой мыши в Евразии, через 15-20 минут после выплода начинают питаться, при доступности прокормителя, и нападают на хозяина до трех раз в сутки [8]. Слудский А.А., ссылаясь на экспериментальные данные И.Б. Островского, и И.С. Солдаткина, пишет, что для блох рода *Xenopsylla* характерно длительное непрерывное пребывание на хозяине: 12-24 часа весной и летом и 3-4 суток осенью и зимой. Во время длительного нахождения на хозяине блохи многократно питаются и вводят сравнительно большое количество микробов – до 200-300 тыс. м.к. В связи с этим при попадании блокированных *Xenopsylla* заражается и гибнет от чумы значительное количество (40-50%) больших песчанок [9]. По данным Д.М. Гаузштейн с соавторами, в зависимости от сезона года и жизненного цикла *Xenopsylla gerbilli* пребывает на хозяине от 7 до 58,5 часов [10]. И наконец, Н.Т. Куницкая [11] делит виды блох в зависимости от частоты питания на следующие категории: 1) очень часто питающиеся блохи: *Ceratophyllus laevis* – самки 2,3 часа между кормлениями, самцы – 2,5 часов; 2) часто питающиеся: *Coptopsylla lamellifer*: самки – 6,3; самцы – 4,8; *Rhadinopsylla cedestis*: самки 6,4 часов; 3) относительно редко питающиеся: *Xenopsylla gerbilli*: самки 10,3; самцы – 6,8; *Xenopsylla hirtipes*: самки – 9,0, самцы – 4,5 часов соответственно. Так же она определила, что число блох из обитаемой норы, питавшихся за определенное время на БП составили: через 1 час питались 23-61%, за 12 часов 90% блох. Блохи из необитаемой норы (голодные блохи): через 1 час питались 93-98% особей. Таким образом, данный коэффициент, с учетом средней продолжительности бактериемии у БП 21-22 часа [12], может варьировать от 0,3 (1 блоха питалась на одной песчанке за сутки с вероятностью заражения песчанки в 30%) до 8,4 (1 блоха питалась на 12 песчанках за сутки с вероятностью заражения песчанки в 70%).

$\beta_F$  - коэффициент (или скорость) передачи инфекции от инфицированного грызуна к блохе - среднее количество контактов на одну блоху за сутки, умноженное на вероятность передача болезни при контакте между восприимчивым и инфекционным субъектом - например, если в среднем инфицированный грызун контактирует с 10 блохами в день и вероятность их заражения при этом составляет 50%, то  $\beta=10*0,5=5,0$ .

Как и предыдущий коэффициент,  $\beta_F$  будет зависеть от нескольких факторов: плотности популяции блох и грызунов, от количества зараженных песчанок с бактериемией, интенсивности бактериемии, индивидуальной и популяционной чувствительности блох, от частоты питания блох. Так как, «зараженными» блохами мы будем считать и блокированных блох и не блокированных, но способных передавать инфекцию эктопаразитов, данный коэффициент также может варьировать в больших пределах. Так, по данным Бибиковой В.А. с соавторами при питании на большой БП блохи заражались в 100% случаев [13]. Волохов В.А. сообщает, что при кормлении на агонирующем гребенщиковой песчанке заражалось 70% блох [5]. В опытах Свиридова Г.Г. через 7 суток пребывания в норе блохи рода *Xenopsylla* после кормления на агонирующем мохноногом тушканчике были зараженными в 15-16% случаев. Процент зараженных блох оставался примерно одинаковым на протяжении всего зимнего периода [14]. Хрущевская Н.М. [15] определила, что образование блока у блох в контроле происходит в 41-53% случаев, в опыте (после кормления на иммунных мышах) от 5 до 32% в зависимости от вида блох. По данным Пейсахиса Л.А., блохообразование у блох разных видов начинается через 24 часа (единичные блохи с блоком). Через 48 часов от 4,7 до 23% блох образуют блок. Эти блохи через 24-48 часов после кормления были способны заражать грызунов [12]. Наиболее полные данные по этому вопросу можно найти в монографии Бибикова В.А. и Классовского Л.Н. [16]. Обобщая литературу по этому вопросу, можно сделать вывод, что данный коэффициент может принимать значения от 0,1 (одна блоха питалась один раз в сутки на одной большой песчанке с вероятностью «заразиться» 10%), до максимальных показателей индекса обилия, ИО (индекс обилия) (например, при ИО 100 блох, питающихся на одной большой песчанке за сутки с вероятностью заражения блох. 100%, коэффициент  $\beta_F$  будет равен 100).

**$\gamma$  (гамма)** - коэффициент (или скорость) выздоровления песчанок - например, если в среднем грызуны заразны в течение 8 дней, то коэффициент выздоровления составляет 1/8 (0,125). По данным Ермилова А.П., выжившие песчанки Урало-Эмбенского междуречья, после заражения их инфицированными блохами, освобождались от чумы на 30 сутки после заражения [17]. Следовательно, данный коэффициент можно принять равным  $1/30=0,03$ .

**$\gamma_F$**  - коэффициент (или скорость) «выздоровления» блох - например, если в среднем блохи заразны в течение 10 дней, то коэффициент выздоровления составляет 1/10 (0,1). Наблюдение за сохранением микробов чумы в блохах разных видов при температуре 22-24 С, показало, что блохи уже практически к концу первых суток освобождаются от возбудителя чумы [16]. Максимальный же срок хранения чумного микробы в блохах при 20-22°C составлял 18 дней [13]. Таким образом  $\gamma_F$  можно принять от 1 до 0,06.

**$\alpha$  (альфа)** - коэффициент (или скорость) перехода из состояния E в состояние I (обратная величина инкубационного периода) - например, если в среднем инкубационный период при чуме у песчанки составляет 3 дня, то коэффициент  $\alpha$  равен 1/3 (0,333). После питания зараженных блох на здоровых БП через 3 суток заражалось 40% песчанок [5]. За время инкубационного периода можно принять время до появления бактериемии. Так, минимальный и средний сроки появления бактериемии, при заражении БП типичными штаммами возбудителя чумы, равны 8-32 и 57-74 часов соответственно [18]. Коэффициент  $\alpha$  будет в среднем равен 1/3 (0,333).

**$\alpha_F$**  - коэффициент (или скорость) перехода из состояния E в состояние I (обратная величина инкубационного периода) - например, если в среднем «инкубационный» период при чуме у блох (время между питанием на инфицированном грызуне и способностью блох к передачи чумного микробы) составляет 3 дня, то коэффициент  $\alpha$  равен 1/3 (0,333). Для блокированных блох за длительность «инкубационного» периода можно принять время от кормления на носителе до образования блока. По данным Бибиковой В.А. [13], при питании на БП блок образовывался у 3,5% блох в течении 7-16 суток. По данным Ермилова А.П. [17] первые блохи с блоком появлялись через 48 часов после кормления, максимальное же число блокированных блок отмечали на 8-10 сутки. Учитывая теорию трансмиссивной передачи чумы неблокированными блохами этот период можно сократить до 1 суток [19]. Соответственно  $\alpha_F$  может принимать значения от 1 ( $1/1=1$ ) для трансмиссивной теории передачи чумы неблокированными блохами, до примерно 0,1 ( $1/10=0,1$ ) для теории о трансмиссии чумы блокированными блохами.

**$\xi$  (кси)** - скорость повторной восприимчивости (обратная величина периода временного иммунитета). Учитывая факт сохранения антител к FI *Yersinia pestis* у млекопитающих в среднем до полугода (183 суток), данный коэффициент равен приблизительно  $1/183=0,005$ .

**$\xi_F$**  - скорость повторной восприимчивости блох (обратная величина периода временного «иммунитета»). После освобождения от возбудителя чумы, блохи при следующем питании сразу же могут оказаться «зараженными». Следовательно,  $\xi_F$  можно принять за 1 ( $1/1=1$ ).

**$\delta$  (дельта)** - уровень смертности от заболевания - например, если летальность заболевания у грызунов составляет 10%, то коэффициент  $\delta$  равен 0,1. Данный показатель варьирует в широких пределах в зависимости от индивидуальной и популяционной чувствительности грызунов, вирулентности штаммов, взятых в эксперимент, способа и дозы введения культуры. С учетом этих показателей смертность песчанок может составлять от 9 до 78% [5,6,9,20-26]. В среднем коэффициент  $\delta$  можно принять за 40-50% или 0,4-0,5.

**$\delta_F$**  - уровень смертности от «заболевания» блох. Этот коэффициент, учитывая высокую смертность блокированных блох, можно условно принять за процент блох способных к блокообразованию. Данная информация указана в описании коэффициента  $\beta_F$ . Таким

образом,  $\delta_F$  может быть равен от 5% до 53% (или 0,05-0,53) в зависимости от видов блох и условий окружающей среды.

$\lambda$  (**лямбда**) – величина случайного «заноса» инфицированного грызуна извне. Например, если каждый день есть 5% вероятность того, что на территории появится «извне» один новый инфицированный грызун, то  $\lambda=5$ . Данный коэффициент работает только с целыми числами от 1 до 100. Данный коэффициент моделируется в Excel с помощью функции «СЛУЧМЕЖДУ».

$\lambda_F$  – величина случайного «заноса» инфицированной блохи извне. Например, если каждый день есть 1% вероятность того, что появится 1 новая инфицированная блоха, то  $\lambda=1$ . Данный коэффициент работает только с целыми числами от 1 до 100. Данный коэффициент моделируется в Excel с помощью функции «СЛУЧМЕЖДУ».

Так как лямбда является случайной величиной, даже после введения одного и того же значения, при каждом новом цикле моделирования, количество и время появления инфицированных грызунов и блох может изменяться.

$\chi$  – количество дней от начала заболевания грызунов, до пажежа от инфекции.

$\chi_F$  – количество дней от начала «заболевания» эктопаразитов, до их смерти.

Данные коэффициенты помогают провести наблюдение за динамикой смертности грызунов си блох с учетом отсроченного их падежа на среднее время заболевания, что делает модель более естественной.

$A_1, A_2$  - амплитуды весеннего и осеннего пиков соответственно. Амплитуды  $A_1$  и  $A_2$  имеют те же единицы измерения, что и базовый коэффициент передачи  $\beta$ . Это означает, что если  $\beta$  измеряется в количество контактов на песчанку с блохами в сутки, то и  $A_1$  и  $A_2$  будут иметь такие же единицы измерения. Например, если базовый коэффициент передачи  $\beta$  равен 2,5 контакта на песчанку с блохами в сутки, то увеличение этого коэффициента в два раза в период пика (т.е.  $A_1 = 5$ ) означает, что в этот период каждая песчанка в среднем будет иметь 5,0 контакта с блохами в сутки. Или если в период первого пика заболеваемость будет примерно на 20% выше среднего, то  $A_1 = 3$ .

$T_1, T_2$  - периоды весеннего и осеннего циклов (один год - это означает, что мы предполагаем, что оба цикла повторяются с одинаковой периодичностью - один раз в год). Если мы предполагаем, что оба цикла делятся ровно один год, то  $T_1$  и  $T_2$  будут равны 365. Это означает, что каждый пик повторяется через каждые 365 дней.

$\phi_1, \phi_2$  (**фи**) - фазы весеннего и осеннего циклов, определяющие сдвиг пиков относительно начала года. Фаза в тригонометрической функции определяет сдвиг графика функции по оси абсцисс. В нашем случае, фаза определяет, в какой момент времени внутри периода наступает пик.

Если за начало процесса взять дату 1 апреля, то 1 апреля будет соответствовать  $t = 1$ . 15 мая будет соответствовать примерно  $t = 45$ .

15 сентября будет соответствовать примерно  $t = 165$ .

Соответственно, формулы для фаз примут вид:

$$\phi_1 = \pi/2 - 45\pi/T_1 = 1,18$$

$$\phi_2 = \pi/2 - 165\pi/T_2 = 0,15.$$

Периоды  $T_1$  и  $T_2$  также выражены в днях. Например, если мы предполагаем, что оба цикла делятся примерно год, то  $T_1 \approx T_2 \approx 365$  дней.

Соответственно, если за начало процесса взять 1 января, то 15 мая будет примерно  $t = 75$ , а 15 сентября  $t = 255$ . Тогда  $\phi_1 = 0,9$ , а  $\phi_2 = -0,6$ .

Иногда фаза может принять отрицательное значение – это означает, что пик наступает раньше, чем при нулевой фазе.

$D\partial^2S/\partial x^2$  - диффузионный член, описывающий пространственное перемещение грызунов. Коэффициент  $D$  характеризует скорость диффузии. Коэффициент диффузии моделирует пространственное перемещение особей. Когда мы добавляем этот член в уравнения, мы фактически позволяем грызунам "распространяться" по пространству. Это означает, что грызуны из одной области могут перемещаться в другую. Если нет никаких ограничений

на это перемещение (например, границы ареала), то общее число грызунов может увеличиваться, так как они как бы "размножаются" за счет расселения.

$$D \approx \eta * \langle x^2 \rangle / t$$

Для относительно однородного ландшафта и коротких временных интервалов значение  $\eta$  может быть близко к 1. Для неоднородного ландшафта и длинных временных интервалов: значение  $\eta$  может быть в диапазоне от 0,5 до 0,8.

Приблизительная оценка  $\langle x^2 \rangle$  - количество километров, которые преодолевает грызун по разной траектории в сутки.

Например, при  $\eta = 0.5$  и  $\langle x \rangle = 12$  км (т.е. грызун за сутки преодолевает 12 км по разной траектории), то  $D \approx 0.5 * 12^2 / 1 = 72$ .

Значение производной  $\partial^2 S / \partial x^2$  может быть любым числом, и его конкретное значение зависит от характеристик моделируемой системы.  $\partial^2 S / \partial x^2$  показывает, как меняется скорость изменения плотности популяции на единицу площади. Положительное значение  $\partial^2 S / \partial x^2$  означает, что скорость роста плотности популяции увеличивается с увеличением  $x$  (плотность растет все быстрее), отрицательное – что скорость роста плотности популяции уменьшается (плотность растет все медленнее).  $\partial$  - это просто символ, который используется для обозначения частной производной. Он говорит нам о том, что мы рассматриваем изменение одной переменной (например,  $x$ ), при этом все остальные переменные считаются постоянными. Приблизительно оценить  $\partial^2 S / \partial x^2$  можно следующим способом: имея данные о плотности популяции грызунов на сетке квадратов со стороной 1 км, необходимо для каждой точки посчитать разность между плотностью в этой точке и плотностью в соседних точках. Далее по полученным разностям оценить, насколько быстро меняется плотность при переходе от одной точки к другой. Самый простой способ для этого, расчет прямой разности по формуле:  $(S(x+h) - S(x)) / h$ , где:

$S(x)$  - плотность в точке  $x$ ;

$S(x+h)$  - плотность в точке, отстоящей от  $x$  на расстояние  $h$ ;

$h$  - шаг сетки.

В представленной модели возможно проведение нескольких типов моделирования: 1) классическая SEIRDS-SEIRDS модель, без дополнительных параметров; 2) SEIRDS-SEIRDS модель с заносом чумного микроба; 3) SEIRDS-SEIRDS модель с учетом сезонного фактора; 4) SEIRDS-SEIRDS модель с диффузией; 5) SEIRDS-SEIRDS модель с учетом всех вышеперечисленных параметров.

При следующих нижеуказанных параметрах (рисунок 1) и 1 больной песчанкой и 1 зараженной блохой в первый день наблюдения, непрерывное течение эпизоотии на протяжении всего календарного года, возможно только при дополнительном заносе чумного микроба с больной песчанкой или зараженной блохой и/или с положительными коэффициентами диффузии. Без учета возможностей заноса и не учитывая диффузию, а принимая во внимание только сезонный компонент (зараженные грызун и блоха появляются 1 апреля), находка больных грызунов возможно только до 66 дня от начала эпизоотии, а зараженных блох до 87 дня от начала эпизоотии.

$\beta$	$\gamma$	$\alpha$	$\delta$	$\xi$	N грыз
0,3	0,03	0,333	0,4	0,005	400
$\beta_F$	$\gamma_F$	$\alpha_F$	$\delta_F$	$\xi_F$	N блох
1	0,5	1	0,25	1	17655

*Рисунок 1. Значения коэффициентов при которых проводилось моделирование чумного эпизоотического процесса*

Одновременно в программе автоматически строятся графики, показывающие динамику изменения численности отдельных компартментов (*Рисунки 2,3*).



*Рисунок 2. Изменения количества носителей в компартментах*



*Рисунок 3. Изменения количества переносчиков в компартментах*

## ЛИТЕРАТУРА

- Солдаткин И.С., Родниковский В.Б., Руденчик Ю.В. Опыт статистического моделирования эпизоотического процесса при чуме // Зоологический журнал, 1973, 52(5):751–6.
- В.М. Дубянский, Л.А. Бурделов Компьютерная модель чумного эпизоотического процесса в поселениях большой песчанки (*Rhombomys opimus*): описание и проверка адекватности // Зоологический журнал, 2010, том 89, № 1, с. 79–87

3. **В.В. Сутягин В.В., Т.В. Мека-Меченко, Г.Г. Ковалева, А.Т. Бердабеков, В.Г. Мека-Меченко** Применение генетико-математических методов к анализу популяций носителей и переносчиков чумы – Алматы: КНЦКЗИ, 2019. – 105 с.
4. **Ротшильд ЕВ.** Пространственная структура природного очага чумы и методы ее изучения. М., Изд-во Моск. ун-та, 1978, 192 с.
5. **В.А. Волохов** К вопросу о сроках наступления заражающей способности блох *Xenopsylla gerbillimina* // Материалы V научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, посвященной 50-летию Великой Октябрьской Социалистической Революции, Алматы, 1967, С.279-280.
6. **А.П. Ермилов, В.И. Медведевских, Л.С. Каменинова** Об инфекционной чувствительности к чуме больших песчанок Урало-Эмбенского междуречья // Материалы V научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, посвященной 50-летию Великой Октябрьской Социалистической Революции, Алматы, 1967, С.284-286.
7. **Г.А. Корнеев, Ю.А. Морозов, Л.П. Рапопорт, И.П. Трофименко, А.А. Карпов** Паразитарный контакт в поселениях большой песчанки при различной численности микропопуляций блох в условиях Моюнкумов // Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.179-182.
8. **Литвинова ЕА., Литвинов М.Н.** Экологические и биологические особенности блох (*Siphonaptera*) синантропных грызунов (*Rodentia*) юга Приморья // Вестник ОГУ. 2009. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-i-biologicheskie-osobennosti-blokh-siphonaptera-sinantropnyh-gryzunov-rodontia-yuga-prtymoga> (дата обращения: 07.10.2024).
9. **А.А.Слудский** Эпизоотология чумы (обзор исследований и гипотез), Часть 2 - Саратов, 2014. – 182 с
10. **Д.М. Гаузштейн, В.Н Куницкий, Н.Т. Куницкая, В.И. Филимонов** О времени пребывания блох большой песчанки на теле хозяина в природных условиях // Материалы IV научной конференции по природной очаговости и профилактике чумы, Алматы, 1965, С.66-68.
11. **Н.Т. Куницкая, Д.М. Гаузштейн, В.Н. Куницкий, И.А. Родионов, В.И. Филимонов** Активность питания блох большой песчанки в эксперименте // Материалы IV научной конференции по природной очаговости и профилактике чумы, Алматы, 1965, С.135-137.
12. **Л.А. Пейсахис, О.С. Сержанов, В.Д. Червяков** О возможных сроках развития эпидемического процесса чумы в связи с заражающей способностью блох *Xenopsylla cheopis* // Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.179-182.
13. **В.А. Бибикова, А.И. Козаченко, Н.М. Хрущевская, В.Л. Шаталова** Эпизоотологическая роль блох Большой песчанки, Сообщение 5, *Paradoxopsyllus Repandus Rotsh*, 1929 // Материалы V научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, посвященной 50-летию Великой Октябрьской Социалистической Революции, Алматы, 1967, С.270-272.
14. **Г.Г. Свиридов, В.Л. Ильинская** Опыт моделирования элементарного очага чумы, Сообщение 2, О длительности сохранения возбудителя чумы блохами в условиях изолированной норы // Материалы V научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, посвященной 50-летию Великой Октябрьской Социалистической Революции, Алматы, 1967, С.297-299.
15. **Н.М. Хрущевская, О.С. Сержанов** Судьба возбудителя чумы в блохах, предварительно питавшихся на иммунных животных // Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.143-145.
16. **В.А. Бибикова, Л.Н. Классовский** Передача чумы блохами, изд. «Медицина», Москва, 1974, с.187
17. **А.П. Ермилов, В.И. Медведевских, Л.С. Каменинова** Об инфекционной чувствительности к чуме больших песчанок Урало-Эмбенского междуречья // Материалы V научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, посвященной 50-летию Великой Октябрьской Социалистической Революции, Алматы, 1967, С.284-286.
18. **Л.А. Пейсахис, Г.М. Ларионов** Изучение бактериемии у больших песчанок при заражении штаммами возбудителя чумы, лишенными некоторых детерминант вирулентности // Материалы VII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.157-159.
19. **Б.М. Сулайменов** Механизм энзоотии чумы, Алматы, 2004, - 236 с.
20. **Г.С. Новиков** О продуцировании антител, бактериемии и чувствительности больших песчанок, зараженных различными штаммами возбудителя чумы// Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.128-131.
21. **Т.А. Новикова** О динамике антител у больших песчанок при повторном заражении чумой в отдаленные сроки // Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.131-133.
22. **Л.Г. Самсонович, Е.Г. Мищенко** О постинфекционном иммунитете у больших песчанок при заражении их штаммами возбудителя чумы с разными потребностями в факторах роста // Материалы VIII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.133-135.

23. Г.А. Корнеев, В.С. Трыкин, М.А. Шашаев, Г.М. Куница, Л.А. Павлухина, В.М. Кукин Реактивность при заражении возбудителем чумы больших песчанок из территориально близких популяций, Сообщение 1 Оценка общего физиологического состояния грызунов и их инфекционная чувствительность // Материалы VII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С. 124-127.
24. Г.М. Куница, М.А. Шашаев, Г.А. Корнеев, В.С. Трыкин, Л.А. Павлухина Чувствительность больших песчанок к типичному и атипичному штаммам возбудителя чумы // Материалы VII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.131-132.
25. Т.А. Новикова, В.Н. Куницкий, В.С. Губайдуллина, П.И. Решетникова, Г.Г. Свиридов, И.Б. Першин Результаты контактов больших песчанок с зараженными возбудителями чумы *Xenopsylla gerbilli* в условиях, приближенных к естественным // Материалы VII научной конференции противочумных учреждений Средней Азии и Казахстана, Алматы, 1974, С.141-144.
26. Н.Я. Еремицкий, Н.А. Еремицкая О чувствительности к микробу чумы больших песчанок Северного Приаралья // Материалы IV научной конференции по природной очаговости и профилактике чумы, Алматы, 1965, С.98-99.

#### LITERATURE

1. **Soldatkin LS., Rodnikovsky V.B., Rudenchik Yu.V.** Experience of statistical modeling of the epizootic process during plague // Zoological Journal, 1973, 52(5):751–6.
2. **V.M. Dubyansky, L.A. Burdelov** Computer model of the plague epizootic process in settlements of the great gerbil (*Rhombomys opimus*): description and adequacy testing // Zoological Journal, 2010, Vol. 89, No. 1, pp. 79–87
3. **V.V. Sutyagin V.V., T.V. Meka-Mechenko, G.G. Kovaleva, A.T. Berdibekov, V.G. Meka-Mechenko** Application of genetic and mathematical methods to the analysis of populations of plague carriers and transmitters - Almaty: KNCKZI, 2019. - 105 p.
4. **Rotschild EV.** Spatial structure of the natural plague focus and methods of its study. M., Publishing house of Moscow University, 1978, 192 p.
5. **V.A. Volohov** On the issue of the timing of the onset of the infectivity of *Xenopsylla gerbilli minax* fleas // Proceedings of the V scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution, Almaty, 1967, pp. 279-280.
6. **A.P. Ermilov, V.I. Medvedevskikh, L.S. Kamennova** On infectious sensitivity to plague of great gerbils of the Ural-Emba interfluve // Proceedings of the V scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution, Almaty, 1967, pp. 284-286.
7. **G. A. Korneev, Yu. A. Morozov, L. P. Rapoport, I. P. Trofimenko, A. A. Karpov** Parasitic contact in settlements of great gerbil with different numbers of flea micropopulations in the conditions of Moyunkum// Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 179-182.
8. **Litvinova E A., Litvinov M. N.** Ecological and biological characteristics of fleas (Siphonaptera) of synanthropic rodents (Rodentia) in the south of Primorye // Bulletin of OSU. 2009. No. 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-i-biologicheskie-osobennosti-blokh-siphonaptera-sinantropnyh-gryzunov-rodentia-yuga-primorya> (accessed: 07.10.2024).
9. **A.A. Sludskiy** Epizootiology of plague (review of studies and hypotheses), Part 2 - Saratov, 2014. - 182 p.
10. **D.M. Gauzshtein, V.N. Kunitskaya, N.T. Kunitskaya, V.L. Filimonov** On the duration of stay of great gerbil fleas on the host's body in natural conditions // Proceedings of the IV scientific conference on natural foci and prevention of plague, Almaty, 1965, pp. 66-68.
11. **N. T. Kunitskaya, D. M. Gauzshtein, V. N. Kunitskaya, I. A. Rodionov, V. L. Filimonov** Feeding activity of great gerbil fleas in an experiment // Proceedings of the IV scientific conference on natural foci and prevention of plague, Almaty, 1965, pp. 135-137.
12. **L. A. Peisakhis, O. S. Serzhanov, V. D. Chervyakov** On the possible terms of development of the epidemic process of plague in connection with the infective ability of *Xenopsylla cheopis* fleas // Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 179-182.
13. **V.A. Bibikova, A.I. Kozachenko, N.M. Khrustselevskaya, V.L. Shatalova** Epizootological role of Great gerbil fleas, Message 5, Paradoxopsyllus Repandus Rotsh, 1929 // Proceedings of the V scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution, Almaty, 1967, pp. 270-272.
14. **G.G. Sviridov, V.L. Ilyinskaya** Experience in modeling an elementary plague focus. Message 2. On the duration of preservation of the plague pathogen by fleas in an isolated burrow // Proceedings of the V scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution, Almaty, 1967, pp. 297-299.

**15. N.M. Khrustselevskaya, O.S. Serzhanov** The fate of the plague pathogen in fleas that had previously fed on immune animals // Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 143-145.

**16. V.A. Bibikova, L.N. Klassovsky** Transmission of plague by fleas, Publishing House "Medicine", Moscow, 1974, p. 187

**17. A.P. Ermilov, V.I. Medvedevskikh, L.S. Kamennova** On infectious sensitivity to plague of great gerbils of the Ural-Emba interfluve // Proceedings of the V scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, dedicated to the 50th anniversary of the Great October Socialist Revolution, Almaty, 1967, pp. 284-286.

**18. L.A. Peisakhis, G.M. Larionov** Study of bacteremia in great gerbils infected with plague pathogen strains lacking some virulence determinants // Proceedings of the VII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 157-159.

**19. B.M. Suleimenov** Mechanism of plague enzootics, Almaty, 2004, - 236 p.

**20. G.S. Novikov** On the production of antibodies, bacteremia and sensitivity of large gerbils infected with various strains of the plague pathogen // Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 128-131.

**21. T.A. Novikova** On the dynamics of antibodies in great gerbils during repeated infection with plague at late stages // Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 131-133.

**22. L.G. Samsonovich, E.G. Mishchenko** On post-infection immunity in great gerbils during their infection with plague pathogen strains with different growth factor requirements // Proceedings of the VIII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 133-135.

**23. G.A. Korneev, V.S. Trykin, M.A. Shashaev, G.M. Kunitsa, L.A. Pavlukhina, V.M. Kuklin** Reactivity of great gerbils from geographically close populations to infection with the plague pathogen, Message 1 Evaluation of the general physiological state of rodents and their sensitivity to infection // Proceedings of the VII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 124-127.

**24. G.M. Kunitsa, M.A. Shashaev, G.A. Korneev, V. S. Trykin, L.A. Pavlukhina** Sensitivity of great gerbils to typical and atypical strains of the plague pathogen // Proceedings of the VII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 131-132.

**25. T.A. Novikova, V.N. Kunitsky, V.S. Gubaidullina, P.I. Reshetnikova, G. G. Sviridov, I. B. Pershin** Results of contacts of great gerbils with infected pathogens of plague Xenopsylla gerbilli in conditions close to natural // Proceedings of the VII scientific conference of anti-plague institutions of Central Asia and Kazakhstan, Almaty, 1974, pp. 141-144.

**26. N.Ya. Eremitsky, N.A. Eremitskaya** On the sensitivity of great gerbils of the Northern Aral Sea region to the plague microbe // Proceedings of the IV scientific conference on natural foci and prevention of plague, Almaty, 1965, pp. 98-99.

#### SIRDS - SIRDS ВЕКТОРЛЫҚ БЕРІЛУІ ЖӘНЕ МАУСЫМДЫЛЫҒЫ БАР ОБА ЭПИЗООТИЯСЫНЫҢ ДИФФУЗИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

**Сутягин В.В.**

SEIRDS - SEIRDS өзірлеген үлкен құмтышқанның популяциясындағы оба эпизоотиясының диффузиялық моделі бүргелердің векторлық берілуін, маусымдылығын және ауру құмтышқанмен және/немесе эктопаразиттермен қоздырыштың ықтимал енүін ескере отырып, оба эпизоотиясының кеңістіктік-уақыттық динамикасын зерттеуге арналған. Шектелген аумақта эпизоотияның үздіксіз ағымы ауру құмтышқанмен немесе жүктырған бүргемен және/немесе оң диффузиялық коэффициенттермен оба микробын енгізу арқылы ғана мүмкін болатындығы көрсетілген.

#### SEIRDS-SEIRDS DIFFUSION MODEL OF PLAGUE EPIZOOTICS WITH VECTOR TRANSMISSION AND SEASONALITY

**Sutaygin V.V.**

A SEIRDS-SEIRDS diffusion model of plague epizootics in the great gerbil population has been developed, designed to study the spatio-temporal dynamics of plague epizootics, taking into account the vector transmission of infection by fleas, seasonality and the probable introduction of the pathogen with a sick gerbil and/or ectoparasites. It has been shown that continuous epizootics in a limited area are possible only with the introduction of the plague microbe with a sick gerbil or an infected flea and/or with positive diffusion coefficients.

## **БОЗОЙ ОБАҒА ҚАРСЫ КҮРЕС БӨЛІМШЕСІНІЦ ЗЕРТТЕУ АУМАҒЫНДА 2015-2024 ЖЫЛДАРЫ АНЫҚТАЛҒАН ЗООНОЗДЫ ТАБИГИ-ОШАҚТЫҚ ИНФЕКЦИЯЛАРҒА МОНИТОРИНГ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ОБА ҚОЗДЫРҒЫШЫНА ӘСЕРІ**

**Сүйндиқов Е.А., Гараева М.У., Орынбасаров Б.Е., Дошанов А.К.,  
Бердімұрат С.А., Аслан.А.А.**

*(«Ақтөбе обаға қарсы күрес станциясы» РММ, Бозой обаға қарсы күрес бөлімшесі)*

Мақаланың мақсаты - бөлімшениң зерттеу аумағында 2015-2024 жылдары анықталған зоонозды табиғи-ошактық инфекцияларға мониторинг жүргізу және олардың оба қоздырғышына тигізетін әсерін бағалау.

**Түйінді сөздер:** эпизоотия, серология, індег, бүрге, оба, зоонозды инфекция

Бозой обаға қарсы күрес бөлімшесі Орта Азиялық шөл далалық табиғи ошағына қарасты обаның Солтүстік Арап маңы дербес ошағының Ұлықұм ландшафтты эпизоотологиялық ауданының (әрі қарай - ЛЭА) Аяққұм бөлігінде және обаның Үстірттегі дербес ошағының Солтүстік Үстірт қазан шұңқыр тегістік ЛЭА аумағында жыл сайын эпизоотологиялық зерттеулер жүргізіп, алынған далалық материалдарға негізгі індегтерден басқа зоонозды инфекцияларға да зертханалық тексерулер жүргізеді.

Жалпы, зоонозды инфекция жануарлар мен адамдарға ортақ жүқпалы ауру. Зоонозды инфекциялардың жүғу көзі үй және жабайы жануарлар болып табылады. Жануарлардың биологиялық ерекшеліктеріне байланысты зоонозды инфекциялардың маусымдық тараптуы байқалады. Инфекция ауру жануарлардың өзінен немесе олардан алынған өнімдерден дайындалған азық-түліктен, ауру малдың қи-несебімен, ластанған судан, жемнен, қорадан, жайылым топырағы арқылы, сондай-ақ маса, бүрге, кене шаққанда жүғады.

Листериямен ластанған тағамдарды пайдаланумен байланысты, адамдар арасындағы листериоздың өршуі Франция, АҚШ, Канада, Германия, Испания сияқты дамыған мемлекеттерде кездескен [1]. Ал, Қазақстанда адамдардың листериозбен ауруы ресми түрде 2002 жылы, пастереллез ауруы 1992 жылы тіркелген [2]. Соңғы жылдары Тараз қаласында 2018 жылы 3 түрғын, 2019 жылы 5 түрғын листериозбен ауырған [3].

Жүкті әйелдердің листериозға шалдығу ықтималдылығы басқа сау ересек адамдарға қарағанда шамамен 20 есе жоғары. Листериоз түсік түсіруге немесе баланың өлі тууына әкелуі мүмкін.

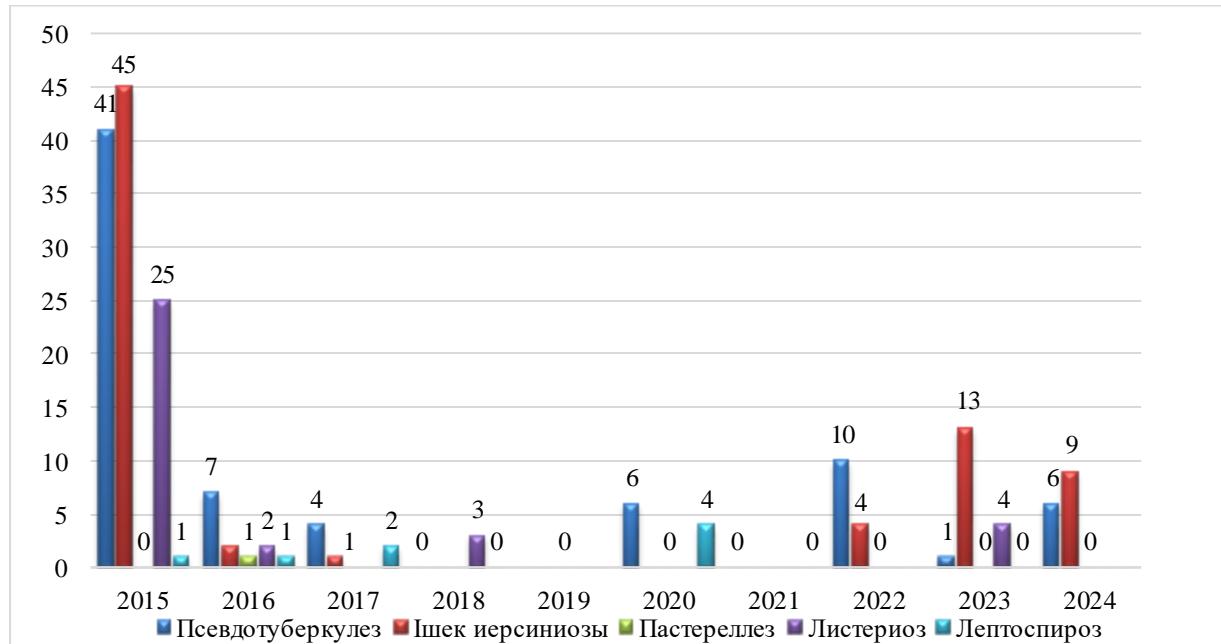
Мысалы, листериозға құдікті 300 әйелге зертханалық тексеру жүргізу нәтижесінде 44 әйелден листериозға қарсы антиденелер анықталған, ал листериоздың оң нәтижесі бар 21 әйел әртүрлі қызмет салаларында жұмыс жасаса, қалған 23-і үй шаруасындағы әйелдер [4]. Бұдан зоонозды инфекциялардың өте қауіптілігін (әсіресе жүкті әйелдер үшін) және кез келген ортада (табиғат, жұмыс орны, үй жағдайында, әлеуметтік ортада т.б.) кездесетіндігін байқауға болады. Осы себепті зоонозды инфекцияның алдын алу мақсатында бөлімше аумағында семинар, нұсқама, жаттығу сабактары, дәріс, әңгіме, үн-парақ тарату және т.б. санитарлық-ағарту жұмыстары түрақты түрде жүргізіліп келеді.

Зоонозды инфекцияның алдын алу мақсатында тексерілген кеміргіштер, сыртмасылдар, биосынама саны және анықталған зоонозды инфекциялардың оң нәтижелері бірінші кестеде көрсетілген.

*Kestе 1*  
*2015-2024 жылдары анықталған зоонозды табиги ошақтық инфекциялар*

Тексеру нысандары	Тексеру жүргізілген жылдар									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Кеміргіштер	3035	4527	4541	3588	3785	3423	3067	2243	2873	2992
Бұргелер екпе саны	2383 0 1272	31811 1766 1723	3227 9 2	2917 1708 1512	33487	29946	27804	20292	21799	26219
Кенелер екпе саны	1674 369	1705 423	2088 471	1950 425	2068 434	2296 410	2171 368	1551 266	1944 311	1934 354
Биосынама	358	501	414	367	377	360	318	257	267	320
Псевдотубер кулез	41	7	4	-	-	6	-	10	1	6
Ішек иерсиниозы	45	2	1	-	-	-	-	4	13	9
Пастереллез	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Листериоз	25	2	-	3	-	-	-	-	4	-
Лептоспироз	1	1	2	-	-	4	-	-	-	-

Зоонозды инфекциялардың, оның ішінде псевдотуберкулездің көбеюі оба эпизоотиясына әсер етуі мүмкін, демек оны белгілі бір деңгейге дейін төмендетеді. Талдау жасалып отырған соңғы 5 жыл ішінде листериоз эпизоотиясымен қатар оба эпизоотиясы да анықталып отыр. Бұл листериоз эпизоотиясының оба эпизоотиясына әсер етпейтіндігін көрсетеді [5].



*Сурет 1. 2015-2024 жылдары анықталған зоонозды инфекциялардың көрсеткіштері*



*Сурет 2. 2015-2024 жылдары анықталған оба эпизоотиясының көрсеткіштері*

Жоғарыдағы №1-суретте көрсетілгендей, зоонозды инфекциялардың дамуы әр уақытта әртүрлі деңгейде орын алғандығын, ал №2-суреттен оба эпизоотиясының тек бәсендеген кезеңдері 2019, 2021 және 2024 жылдары бөлімшеле аумағында серологиялық жолмен анықталғанын байқаймыз.

Аталған мәліметтер зоонозды инфекциялардың қоршаған ортада оба инфекциясына қарағанда белсенді, әрі күштірек болатындығын және оба эпизоотиясының дамуына айтарлықтай кері әсерін тигізетіндігін дәлелдеп тұр. Бұл өз кезегінде бөлімшениң зерттеу аумағында ұзак жылдар бойы оба эпизоотиясы анықталмауының басты себептерінің бірі болуы мүмкін. Ақиқатында, бір уақытта және бір аумақта бірнеше зоонозды инфекциялардың (аралас инфекция) кездесуі, оларға зерттеу жұмыстарын жүргізу және қандай да бір болжам жасау, олардың оба эпизоотиясына келтіретін зиянды әсерін нақты дәлелдеу киын мәселе болып табылады.

**Ойымызды қорытындылай келе түйгеніміз,** зоонозды инфекциялар қоршаған ортада өз тіршіліктерін сақтай отырып, адамдардың өмірі мен денсаулығына айтарлықтай қауіп төндіреді.

Сонымен қатар, оба эпизоотиясының анықталуына, оған жасалатын болжамға және зерттеу жұмыстарына айтарлықтай кері әсерін тигізді. Жоғарыда көрсетілген мәліметтердің негізінде, зоонозды инфекциялардың қоғам үшін қауіптілігін ескере отырып, олардың таралуының алдын алу үшін тиісті шаралар кең көлемде атқарылуы және ерекше назарда болуы қажет деп есептейміз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- Мека-Меченко Т.В., Некрасова Л.Е., Лухнова Л.Ю., Избанова У.А., Куница Т.Н., Мека-Меченко В.Г., и др. Листериоз в Казахстане // Окружающая среда и здоровье населения.-2017.-№2.-С.33-36.
- Гражданов А.К., Жолшоринов А.Ж., Иманкул С.И., Белоноскина Л.Б., Андрющенко А.В., Бидашко Ф.Г. Пастереллез в Западном Казахстане // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.-2011.-№1-2 (23-24).-С.72.
- Бейсембаев С.А., Казангапов К.Ж., Мирзатаев Ж.К., Жандаuletov Д.К., Шарденбаева Ж.Б. Анализ заражённости зооантропонозами полевых грызунов Жамбылской области за четыре года (2018-2021гг). // Особо опасные инфекции и биологическая безопасность.-2022.выпуск 4.-С.26.
- Наметчаева А.Р. Жүкті әйелдердің листериоз инфекциясына серологиялық әдісімен қан сарысының зерттеу нәтижелерін талдау // Особо опасные инфекции и биологическая безопасность. - 2023.-С.19-21.
- Исаева С.Б., Мустапаев Е.С., Альжанов Т.Ш., и др. Влияние зоонозных природно-очаговых инфекций на течение эпизоотии чумы в Приарлье // Особо опасные инфекции и биологическая безопасность.-2022.выпуск 4.-С.22.

LITERATURE

1. Meka-Mechenko T.V., Nekrasova L.E., Lukhnova L.Yu., Izbanova U.A., Kunitsa T.N., Meka-Mechenko V.G., etc. Listeriosis in Kazakhstan // Environment and Public Health.-2017.-№2.p.33-36.
2. Grazhdanov A.K., Zholshorinov A.Zh., Imankul S.I., Belonozhkina L.B., Andryushchenko A.V., Bidashko F.G. Pasteurellosis in Western Kazakhstan // Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan.-2011.-№1-2 (23-24).-p.72.
3. Beisembayev S.A., Kazangapov K.Zh., Mirzataev Zh.K., Zhandauletov D.K., Shardenbayeva Zh.B. Analysis of the infection rate of zoonoses in field rodents of the Zhambyl region over four years (2018-2021). // Particularly dangerous infections and biological safety.-2022.issue 4.-p.26.
4. Nametchaeva A.R. Analysis of the results of the study of blood serum by serological method for listeriosis infection in pregnant women // Specific treacherous infections and biological safety - 2023.-p.19-21.
5. Isaeva S.B., Mustapaev E.S., Alzhanov T.Sh., etc. The influence of zoonotic natural focal infections on the course of plague epizootics in the Aral Sea region // Especially dangerous infections and biological safety.-2022.issue 4.-p.22.

МОНИТОРИНГ ЗООНОЗНЫХ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ИНФЕКЦИЙ, ВЫЯВЛЕННЫХ НА ОБСЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ БОЗОЙСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ В 2015-2024 ГОДАХ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ВОЗБУДИТЕЛЯ ЧУМЫ

**Суиндиков Е.А., Гараева М.У., Орынбасаров Б.Е., Дошанов А.К., Бердимурат С.А., Аслан А.А.**

Цель статьи - проведение мониторинга зоонозных природно-очаговых инфекций, выявленных на обследуемой территории Бозойского отделения в 2015-2024 годах и оценка их влияния на возбудителя чумы. Отдельное внимание уделяется анализу причин длительного отсутствия эпизоотий чумы на обследуемой территории и выявлению факторов, оказывающих влияние на эпизоотический процесс.

MONITORING OF ZOONOTIC NATURAL-FOCAL INFECTIONS IDENTIFIED IN THE SURVEYED TERRITORY OF THE BOZOY DEPARTMENT IN 2015-2024 AND ASSESSMENT OF THEIR IMPACT ON THE PLAGUE PATHOGEN

**Suindikov E.A., Garaeva M.Y., Orynbasarov B.E., Dochanov A.K., Berdimurat S.A., Aslan A.A.**

The aim of the article is to conduct monitoring of zoonotic natural-focal infections identified in the surveyed territory of the Bozoy Department during the period 2015-2024 and to assess their impact on the plague pathogen. Particular attention is paid to the analysis of the reasons for the prolonged absence of plague epizootics in the surveyed territory and to identifying the factors influencing the epizootic process.

УДК 614.38: 614.446.1:616.9

## **АСА ҚАУПТІ ЖҮҚПАЛЫ АУРУЛАРДЫҢ АЛДЫН АЛУДАҒЫ САНИТАРЛЫҚ АҒАРТУ ШАРАЛАРЫНЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

**Суиндиков Е.А., Мукаева А.Б., Гараева М.У., Ермабанбетов А.А.**

(«Ақтөбе обага қарсы күрес станциясы» РММ, Бозой обага қарсы күрес бөлімшесі)

Мақаланың мақсаты - аса қауіпті жүқпалы аурулардың алдын алудағы санитарлық-ағарту шараларының маңыздылығымен тиімділігін көрсету. Бөлімше аумағында жүргізілген санитарлық ағарту шараларына мониторинг жүргізу.

**Түйінді сөздер:** ұн-парақ, табиғи ошак, амбулатория, медицина, дәріс.

Санитарлық ағарту-салуатты өмір салтын қалыптастыруға, аурулардың таралуының алдын алуға, денсаулықты сақтау мен нығайтуға, адамдардың еңбек қабілеттілігін

арттыруға, олардың белсенді өмірін созуға бағытталған білім, тәрбие беру және үгітеу іс-шараларының жиынтығы.

Бозой обаға қарсы құрес бөлімшесінің (әрі қарай - Бөлімше) қызмет көрсету аумағында Бұқара-Орал газ тасымалдау линиясы, оның бойында орналасқан газ айдау бекеттері және геологиялық барлау мекемелері, яғни мұнай, газ өндіру саласында қызмет етушілер орналасқан. 2013-жылдан бері Жезқазған-Бейнеу темір жол қызметкерлері, Бейнеу-Шымкент-Самсоновка газ желісінде қызмет етушілер, сонымен қатар жоғарыда аталған бағыттарға автомобиль жолдарын салушылар еңбек етуде. Жергілікті халық оның ішінде жастар жұмыс істеу мақсатында осы нысандарда еңбек етеді және өзге облыстарға вахталық әдіспен жұмысқа кетіп жатады, ал өзге облыстардың адамдары, алыс-жақын шетелден келетін қызметкерлер Бозой елді мекені көлемінде орналасқан мұнай-газ мекемелерінде, сондай-ақ вахталық әдіспен жоғарыда көрсетілген мекемелерде қызмет етуде. Барлық қызметкерлер вахталық мерзімі біткен соң, өз мекендеріне оралып, жеке шаруашылықтарында қыстық жем-шөп дайындау, табиғи ошақтар көлемінде шөп шабу жұмыстарымен айналысады. Бұл өз кезегінде аса қауіпті инфекциялардың таралуына, тасымалдануына себеп болуы мүмкін.

Аталған жағдайларды ескере отырып, бөлімше мамандары бекітілген кестеге сәйкес жыл бойы бөлімше аумағында орналасқан мемлекеттік және жеке мекемелердің қызметкерлері, малшылар, аңшылар арасында семинар, нұсқама, жаттығу сабактары, дәріс, әңгіме, үн-парақ тарату т.б санитарлық ағарту жұмыстарын жүргізеді. Бұл атқарылған шаралар аса қауіпті жұқпалы аурулардың (бұдан әрі - АҚЖА) алдын алуда оң әсерін тигізуде. Оның дәлелі ретінде 2024 жылы Н. есімді Бозой ауылдық округі тұрғынын өз қорасында түйе сауу кезінде кене шағып, обаға құдікті ретінде тіркелді (құдік расталмады). Хабарлау схемасына сай тиісті мекемелерді хабардар ету, сынамаларды дер кезінде алу, оларға толық көлемде зертханалық тексеру жұмыстарын жүргізу және сақтық шараларын ұйымдастыруды жергілікті әкімшілік, ветеринария, медицина қызметкерлері және бөлімше мамандары қәсіби түрде қажетті іс-шараларды атқара білді. Бұл бөлімше мамандарының тұрақты қәсіби түрде жүргізген консультативтік-әдістемелік көмек, санитарлық ағарту және түсіндірме жұмыстарының нәтижесі екенін атап айтуда болады.

Барлық медицина қызметкерлерінің ең басты мақсаты - қандайда болмасын аурудың алдын алу, олардың таралуына жол бермеу. Осы бағытта бөлімше мамандарымен 2020-2024 жылдары атқарылған санитариялық іс-шаралар төмендегі кестеде көрсетілген.

*Кесте 1*  
*2020-2024 жылдары атқарылған санитариялық-ағарту жұмыстары*

№	Атқарылған іс-шаралар	2020 ж.	2021 ж.	2022 ж.	2023 ж.	2024 ж.
1	Семинар	3	2	3	4	3
2	Нұсқама	3	3	2	2	3
3	Жаттығу сабактары	1	1	1	1	1
4	Дәріс	37	20	22	17	21
5	Әңгіме	298	307	262	254	236
6	Парақша	632	779	666	508	436
7	Қамтылған адамдар саны	1558	1572	1505	1503	1712

Сонымен қатар, медициналық мекемелерге консультативтік-әдістемелік және тәжірибелік көмек көрсетуді бөлімше дәрігерлері қолданыстағы құқықтық-нормативтік құжаттарды басшылыққа ала отырып, жүзеге асырады [1].

Аудан көлемінде ветеринария, медицина және обаға қарсы құрес станциясы қызметкерлерінің қатысуымен, түйенің обамен ауырған жағдайындағы атқарылатын тиісті іс-шараларды пысықтау мақсатында 2024 жылы Шалқар қаласында арнайы оқу-жаттығу

сабактары өткізілді. Мұндай оқу-жаттығулар мамандардың кесіби біліктіліктер ін ің тәжірибе жүзінде шындалуына оң әсерін тигізді.

Жыл сайынғы қорытындыға сәйкес, эпизоотиялық жағдай қыындағанда, нұсқама және жаттығу сабактарын қайталап өткізу барысында, медицина қызметкерлерінің АҚИ анықтауда және оба немесе басқада аса қауіпті инфекциялар орын алғанда жасалатын алғашқы эпидемияға қарсы шараларды жүргізуге деген біліктіліктерінің артқандығын байқаймыз [2].

**Қорытынды:** Жергілікті тұрғындар және барлық мекемелер қызметкерлері арасында түсінірме жұмыстары (семинар, нұсқама, жаттығу сабактары, дәріс, әңгіме, паракша т.б.) тұрақты және кең көлемде жүргізуі қажет. Сонымен қатар АҚЖА-ның алдын алу бойынша тиісті мекемелер (құзырлы органдар) арасында тұрақты тұрде оқу-жаттығу сабактары жүргізіліп тұруы қажет деп санаймыз. Себебі, АҚЖА орын алған жағдайда әрбір мекеме өзіне қатысты іс-әрекеттерді (шараларды) жылдам, әрі тиянақты тұрде атқаратын болады. Санитарлық ағарту шаралары індеттің алдын алушағы шаралардың ең дұрысы. Ауруды емдеуге қарағанда, оның алдын алу әлдеқайда тиімді және үтімді шешім болмақ.

#### ӘДЕБІЕТТЕР

1. Басымбеков О.М., Гараева М.У., Серикбай К.У., Толенбай Г.К., Бекжан Г.Е. Сердалы Ш.Ш.. Противоэпидемическая готовность и уровень знаний медицинских работников лечебно-оздоровительных учреждений Казалинского района по чуме и другим особо опасным инфекциям // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане.-2014.-выпуск 2 (30).-81с.

2. Ривкус Ю.З., Хотько Н.И., Наумов А.В., Гельдыев А. Эпидемиология и профилактика чумы.-Ашхабад, 1992.-239 с.

#### LITERATURE

1. Basymbekov O.M, Garaeva M.U., Serikbay K.U., Tolenbay G.K., Bekzhan G.E, Serdaly Sh.Sh.. Anti-epidemic readiness and level of knowledge of medical workers of medical and health institutions of the Kazaly district on plague and other particularly dangerous infections // Quarantine and zoonotic infections in Kazakhstan.-2014.-issue 2 (30).- 81 p..

2. Rivkus Yu.Z., Khotko N.I., Naumov A.V., Geldiev A. Epidemiology and prevention of plague.- Ashgabat, 1992.- 239 p..

#### ЗНАЧЕНИЕ САНИТАРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ПРОФИЛАКТИКЕ ОСОБО ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**Суйндиқов Е.А., Мукаева А.Б., Гараева М.У., Ермаганбетов А.А.**

Цель статьи - указать на значимость и эффективность санитарно-просветительных мероприятий в профилактике особо опасных инфекционных заболеваний. Проведение мониторинга санитарно-просветительной работы, проделанной на территории Бозойского отделения. Эффективное и постоянное проведение разъяснительной работы среди населения способствует предотвращению распространения инфекционных заболеваний.

#### THE IMPORTANCE OF SANITARY AND EDUCATIONAL INTERVENTIONS IN THE PREVENTION OF HIGHLY DANGEROUS INFECTIOUS DISEASES

**Suindikov E.A., Mukayeva A.B., Garayeva M.Y., Ermaganbetov A.A.**

This article aims to emphasize the significance and effectiveness of sanitary and educational interventions in preventing highly dangerous infectious diseases. Additionally, it describes the monitoring conducted of sanitary and educational activities within the territory of the Bozoy Department. Consistent and effective public awareness campaigns play a critical role in reducing the transmission of infectious diseases within the population.

# **БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

УДК 615.1

## **УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ПЕРЕКРЕСТНОЙ КОНТАМИНАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ**

**А.Ю. Савченко<sup>1</sup>, М.М. Камха<sup>2</sup>, К.В. Григорьева<sup>1</sup>, М.Ш. Делолио<sup>1</sup>, Н.В. Шилова<sup>1</sup>,  
Н.А. Беседина<sup>1</sup>, О.В. Миролюбова<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия;  
*alursav@mail.ru*)

(<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва, Россия)

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты управления риском перекрестной контаминации в фармацевтическом производстве, что является критически важным элементом обеспечения качества и безопасности лекарственных средств. Особое внимание уделяется внедрению международных стандартов ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9 и ICH Q10, которые играют важную роль в обеспечении качества и безопасности лекарственных средств.

Статья подробно освещает необходимость проведения оценки риска на всех этапах производственного процесса, включая идентификацию потенциальных источников контаминации, анализ вероятности контаминации и определение потенциальных последствий для здоровья контактирующих лиц. На основе проведенной оценки разрабатываются и реализуются стратегии управления риском, которые могут включать как организационные, так и инженерные меры контроля.

**Ключевые слова:** перекрестная контаминация, фармацевтическое производство, ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9, ICH Q10, управление рисками, качество лекарственных средств

### **Введение**

В современной фармацевтической промышленности вопросы обеспечения качества и безопасности лекарственных средств стоят особенно остро. Одним из ключевых аспектов, обеспечивающих высокий уровень безопасности производимой продукции, является управление риском перекрестной контаминации [1,2]. Перекрестная контаминация представляет собой неконтролируемое распространение активных фармацевтических ингредиентов, экспонентов или других веществ между различными партиями лекарственных средств, что может привести к серьезным последствиям для здоровья пациентов и нанести ущерб репутации производителя. Эффективное управление этим риском требует комплексного подхода, включающего как технические аспекты, так и строгую процедурную дисциплину.

Эффективное управление риском перекрестной контаминации требует комплексного подхода, включающего в себя разработку и внедрение строгих процедур контроля на всех этапах производственного процесса: от правильного проектирования производственных помещений и оборудования до внедрения системы качества, обучения персонала и проведения регулярных аудитов [4, 5]. Эти меры направлены на минимизацию рисков и обеспечение выпуска безопасной и эффективной продукции.

### **Управление риском перекрестной контаминации в фармацевтическом производстве**

Управление риском перекрестной контаминации является критически важной составляющей производственного процесса в фармацевтической отрасли. Перекрестная контами-

нация представляет собой загрязнение одного лекарственного средства другим из-за некорректного процесса производства, что может привести к серьезным последствиям для здоровья пациентов и нанести ущерб репутации производителя. Управление этим риском требует комплексного подхода, включающего как технические аспекты, так и строгую процедурную дисциплину.

Необходимо проводить оценку риска на всех этапах производственного процесса. Она должна включать идентификацию потенциальных источников контаминации, анализ вероятности контаминации и определение потенциальных последствий для здоровья контактирующих лиц. На основе проведенной оценки разрабатываются и реализуются стратегии управления риском, которые могут включать как организационные, так и инженерные меры контроля [5].

Инженерные решения могут включать применение оборудования, минимизирующего риск перекрестной контаминации. Таким оборудованием являются системы вентиляции с подходящими фильтрами, воздушные заслонки и разделение потоков персонала, исходного сырья, упаковочно-маркировочных материалов, готовой продукции, а также использование специализированных чистых помещений с контролируемой средой [8]. Кроме того, регулярное тестирование оборудования и процессов помогает выявить уязвимости и предотвратить потенциальную контаминацию.

Организационные меры контроля включают проведение регулярных обучающих программ для сотрудников по вопросам предотвращения перекрестной контаминации и контроля инфекций. Каждый сотрудник должен быть осведомлен о рисках и методах их минимизации. Разработка четких и понятных процедур для обслуживания оборудования, очистки и санации помещений, также способствует снижению риска перекрестной контаминации.

Ключевым элементом управления риском является эффективная система документации, которая обеспечивает возможность отслеживания любых изменений в процессе и реагирования на потенциальные инциденты контаминации. Ведение точных записей о производственных партиях, использовании оборудования, процедурах очистки и тестированиях критически важно.

Помимо внутренних усилий, важно также соблюдать требования международных стандартов и регламентов, таких как Good Manufacturing Practice (GMP), которые устанавливают строгие требования к производственным процессам в фармацевтической промышленности. Соответствие этим стандартам не только предотвращает риски перекрестной контаминации, но и гарантирует высокое качество выпускаемой продукции.

### **ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9 и ICH Q10 в фармацевтическом производстве**

Для обеспечения высокого уровня качества и безопасности в фармацевтическом производстве необходимо внедрение и соблюдение международных стандартов, таких как ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9 и ICH Q10. Эти стандарты предоставляют всесторонние рекомендации по управлению качеством и рисками, что является критически важным для предотвращения перекрестной контаминации [4,8].

**ISO 9001** устанавливает требования к системе менеджмента качества (СМК) и является основополагающим стандартом для обеспечения качества продукции и услуг. В фармацевтическом производстве внедрение ISO 9001 позволяет стандартизировать процессы, улучшить их эффективность и обеспечить постоянное совершенствование. Это включает в себя разработку и документирование процедур, обучение персонала, а также проведение внутренних аудитов для оценки соответствия установленным стандартам.

Практические рекомендации по внедрению ISO 9001:

- Разработка и внедрение стандартных операционных процедур (СОП) для всех ключевых процессов.
- Регулярное обучение сотрудников по вопросам качества и безопасности.

- Проведение внутренних аудитов для оценки эффективности системы менеджмента качества.

- Внедрение системы управления изменениями для контроля и документирования всех изменений в процессах.

**ISO 31000** предоставляет руководство по управлению рисками и помогает организациям идентифицировать, оценивать и минимизировать риски, связанные с их деятельностью. В контексте фармацевтического производства этот стандарт позволяет систематически подходить к управлению рисками перекрестной контаминации, включая оценку вероятности и последствий возможных инцидентов.

Практические рекомендации по внедрению ISO 31000:

- Проведение регулярной оценки рисков с использованием методов, таких как FMEA (анализ видов и последствий отказов) и HACCP (анализ рисков и критические контрольные точки).

- Разработка планов по управлению рисками, включая меры по предотвращению и смягчению последствий.

- Внедрение системы мониторинга и отчетности по рискам для своевременного выявления и реагирования на потенциальные угрозы.

**ICH Q9** посвящен управлению рисками качества в фармацевтической промышленности и предоставляет инструменты для их идентификации, оценки и контроля. Этот документ подчеркивает важность проактивного подхода к управлению рисками, что включает в себя использование методов анализа рисков, таких как FMEA и HACCP.

Практические рекомендации по внедрению ICH Q9:

- Внедрение инструментов для анализа рисков, таких как диаграммы Исикавы (рыбья кость) для идентификации потенциальных причин контаминации.

- Разработка и внедрение процедур для мониторинга и контроля критических параметров процесса.

- Обучение персонала методам управления рисками и проведение регулярных тренировок.

**ICH Q10** описывает принципы системы качества для фармацевтических компаний и акцентирует внимание на непрерывном улучшении процессов и продукции. Этот стандарт подчеркивает важность интеграции системы качества во все аспекты производства, включая управление поставщиками, внутренние аудиты и обучение сотрудников.

Практические рекомендации по внедрению ICH Q10:

- Разработка и внедрение программы квалификации поставщиков для обеспечения качества исходных материалов.

- Проведение регулярных внутренних аудитов для оценки эффективности системы качества.

- Внедрение системы управления знаниями для обмена опытом и лучшими практиками между подразделениями.

### **Квалификация и аудиты поставщиков сырья**

Одним из ключевых аспектов управления рисками в фармацевтическом производстве является квалификация и регулярные аудиты поставщиков сырья. Это включает в себя тщательную оценку поставщиков на соответствие требованиям качества и безопасности, а также проведение регулярных аудитов для подтверждения их соответствия установленным стандартам. Квалификация поставщиков помогает минимизировать риски, связанные с качеством исходных материалов, и обеспечивает стабильность производственного процесса [1].

Практические рекомендации:

- Разработка критериев и процедур для оценки и квалификации поставщиков.
- Проведение регулярных аудитов поставщиков с акцентом на соблюдение стандартов качества и безопасности.

- Внедрение системы мониторинга поставщиков для своевременного выявления и устранения отклонений.

#### **Внутренние аудиты и обучение сотрудников**

Проведение регулярных внутренних аудитов является важным инструментом для оценки эффективности системы управления качеством и выявления областей для улучшения. Внутренние аудиты позволяют своевременно выявлять отклонения от стандартов и принимать корректирующие меры.

Обучение сотрудников играет критическую роль в обеспечении высокого уровня качества и безопасности продукции. Регулярные тренинги и программы повышения квалификации помогают сотрудникам понимать важность соблюдения стандартов качества и безопасности, а также развивать навыки, необходимые для предотвращения перекрестной контаминации [5, 6].

Практические рекомендации:

- Разработка и внедрение программ обучения и повышения квалификации сотрудников.
- Проведение сценарного моделирования и тренировок для подготовки персонала к нестандартным ситуациям.
- Внедрение системы внутренних аудитов с участием независимых аудиторов для обеспечения объективности оценки.

#### **Определение рисков перекрестной контаминации в фармацевтическом производстве**

В производственном процессе лекарственных средств важной задачей является минимизация риска перекрестной контаминации – ситуации, когда активные вещества, экскапиенты или другие внешние загрязнители попадают из одного производственного потока в другой, потенциально приводя к загрязнению продукта. Такое загрязнение не только угрожает безопасности и эффективности лекарств для потребителей, но и вызывает значительные финансовые и репутационные потери для производителя [2, 3].

Определение рисков подразумевает идентификацию сценариев, в которых перекрестная контаминация может произойти, оценку вероятности их возникновения и возможного воздействия на качество продукта. Это требует комплексного подхода, включающего анализ всех этапов производственного процесса, от сырьевого материала до окончательной упаковки продукта.

Первым шагом является исследование дизайна производственных помещений и оборудования. Пространственная близость линий производства, общее использование оборудования или систем вентиляции могут стать каналами для распространения загрязнителей. Ключевым моментом становится применение принципов хорошей производственной практики (GMP), предусматривающих изоляцию процессов, использование специализированного оборудования и адекватные процедуры очистки [5, 7].

Следующим этапом является оценка процедур по управлению сырьем и материалами, в том числе их хранения и транспортировки внутри производственной зоны. Контроль за состоянием сырья, его учет и маркировка, а также использование специализированных контейнеров для предотвращения перекрестного загрязнения играют важную роль в обеспечении безопасности производственного процесса.

Очистка и санитария – еще одни критические аспекты управления риском перекрестной контаминации. Разработка и внедрение эффективных процедур очистки для оборудования и производственных помещений, регулярные проверки их эффективности и обучение персонала методам и стандартам гигиены способствуют устраниению рисков загрязнения среды производства.

Не менее важен человеческий фактор. Обучение и поддержание высокого уровня осведомленности среди сотрудников касательно важности предотвращения перекрестной контаминации, а также создание культуры ответственности и точности в выполнении производственных и санитарно-гигиенических процедур являются залогом снижения риска загрязнения продукции.

Систематический контроль и мониторинг производственного процесса с помощью аналитического обеспечения, проведение регулярных аудитов и самоинспекций, анализ полученных данных для выявления потенциальных проблем и немедленное внедрение корректирующих и предупредительных действий позволяют оперативно реагировать на возникающие риски и предотвращать их реализацию.

И, наконец, важно учитывать изменения в законодательстве и стандартах качества, поскольку требования в области безопасности лекарственных средств непрерывно ужесточаются. Слежение за нововведениями и их интеграция в систему управления качеством помогает сохранять соответствие действующим нормам и стандартам, обеспечивая высокий уровень защиты потребителей от рисков перекрестной контаминации.

#### **Роль чистоты и санитарии в минимизации риска перекрестной контаминации**

Чистота и санитария играют центральную роль в процессе управления риском перекрестной контаминации на производстве лекарственных средств. Эти понятия представляют собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение попадания лекарственных, биологически активных веществ, микроорганизмов и прочих посторонних примесей из одного производственного процесса в другой, что может привести к критическому снижению качества продукции и безопасности конечных лекарственных препаратов [4, 5].

Основополагающим элементом обеспечения нужного уровня чистоты является разработка и внедрение стандартизованных процедур очистки оборудования и производственных помещений. Эти процедуры должны учитывать специфику производимых препаратов, используемых реагентов и материалов, а также характер загрязнений, формирующихся в процессе производства. Применение адекватных методов очистки и дезинфекции способствует эффективному устранению остатков активных и вспомогательных веществ, а также иных контаминаントов.

Важной мерой противодействия перекрестной контаминации является разработка дизайна производственных помещений с учетом требований надлежащей производственной практики (GMP). Это включает в себя организацию зон с различным уровнем риска контаминации, использование барьерных технологий для минимизации контакта между разными производственными линиями и автоматизацию процессов переноса материалов для снижения риска человеческой ошибки.

Регулярное проведение проверок и мониторинг состояния чистоты на всех этапах производства помогает не только выявлять проблемные зоны и оперативно принимать меры для их устранения, но и анализировать эффективность своих санитарных и гигиенических процедур. Ключевым аспектом здесь является заблаговременное планирование и разработка сценариев действий на случай возникновения рисков перекрестной контаминации, что позволяет минимизировать их последствия без существенных потерь для качества продукции.

Особое внимание в этом контексте уделяется обучению и повышению осведомленности персонала о важности соблюдения правил личной гигиены, регулярном и правильном использовании индивидуальных средств защиты. Подчеркивается необходимость внедрения культуры ответственности среди сотрудников за поддержание высокого уровня чистоты во всех производственных циклах.

Таким образом, соблюдение высоких стандартов чистоты и санитарии является важнейшим условием для гарантии безопасности и эффективности лекарственных препаратов. Это требует комплексного подхода, включающего в себя как технологические инновации и строгий контроль на всех этапах производства, так и непрерывное обучение, и развитие персонала в сфере GMP.

## **Принципы проектирования безопасных производственных зон**

Проектирование безопасных производственных зон является критически важной задачей в индустрии производства лекарственных средств, поскольку риск перекрестной контаминации представляет серьезную угрозу как для качества продукции, так и для безопасности потребителей. Эффективное управление этим риском начинается на этапе планирования и проектирования производственных мощностей. В основе создания безопасных производственных зон лежат несколько ключевых принципов, направленных на минимизацию возможности перекрестного загрязнения [6, 8].

Во-первых, при проектировании следует уделять внимание созданию четких зонирований в производственных помещениях, обеспечивая физическое разделение различных производственных процессов. Для каждого типа действий – от взвешивания и смешивания до упаковки – пред назначаются отдельные помещения. Это ключевой элемент, исключающий возможность случайного переноса частиц, что может происходить в многофункциональных пространствах.

Во-вторых, особое внимание следует уделять системам вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха (HVAC). Системы HVAC должны быть спроектированы таким образом, чтобы минимизировать риск контаминации, например, с помощью использования эффективных фильтров, создания необходимого давления воздуха в помещениях и обеспечения соответствующего направления воздушных потоков. Желательно иметь возможность контролировать и корректировать параметры системы для каждой зоны отдельно.

В-третьих, критическим аспектом является обеспечение правильного управления материалами и потоками персонала. Необходимо четко организовать рабочие процессы так, чтобы максимально снизить риск случайного переноса загрязняющих веществ из одной зоны в другую. Это включает в себя разработку и внедрение стандартизованных процедур входа и выхода для сотрудников, процедуры дезинфекции специальной одежды, а также логистику перемещения материалов внутри объекта.

В-четвертых, необходимо применять современные методы очистки и дезинфекции для обеспечения безопасности производственных зон. Процедуры очистки должны быть строго специфицированы для каждого вида оборудования и помещений, с указанием частоты и методов исполнения. Это важно для предотвращения накопления загрязняющих веществ и их потенциального переноса.

Кроме того, в процессе проектирования следует учитывать возможность масштабирования производственных операций, предоставляя достаточное пространство для расширения или модификации зон с целью адаптации к новым требованиям без компромисса в отношении безопасности.

В заключении отметим, что создание безопасных производственных зон с использованием продуманных принципов проектирования является фундаментальным для управления риском перекрестной контаминации в производстве лекарственных средств. Такой подход обеспечивает не только соответствие регулятивным требованиям и стандартам качества, но и служит залогом здоровья и безопасности конечных потребителей.

## **Использование средств автоматизации для предотвращения перекрестной контаминации**

Автоматизация процессов на фармацевтических предприятиях играет ключевую роль в предотвращении перекрестной контаминации. Применение средств автоматизации позволяет не только повысить качество производства, но и сократить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Эти технологии могут быть использованы на различных этапах производственного процесса, начиная от приема сырья и заканчивая отпуском готовой продукции [8].

Одно из важнейших инновационных решений в этой области – системы контроля окружающей среды с автоматическим сбором данных. Они позволяют в реальном времени

отслеживать параметры производственных складских помещений, такие как температура, влажность, чистота воздуха, и предпринимать необходимые действия при обнаружении отклонений от нормы. Это способствует поддержанию соответствующих условий хранения и обработки компонентов, минимизируя риск их взаимного загрязнения.

Системы автоматичного взвешивания и дозирования используются для обеспечения точности добавления компонентов при изготовлении лекарственных средств. Их применение помогает избегать пересечений между различными видами сырья и готовой продукции, исключая риск перекрестного заражения. Такие системы особенно важны в условиях высокой загруженности производств и многозадачности, когда вероятность ошибки человека значительно возрастает.

Программно-аппаратные комплексы для управления производственными процессами способны автоматизировать планирование и контроль за выполнением производственных операций, а также за состоянием оборудования. Они обеспечивают прозрачность процессов при смене партий продукции, гарантируя тем самым соблюдение всех необходимых процедур очистки и подготовки оборудования для предотвращения перекрестной контаминации.

Внедрение роботизированных систем в процессы упаковки и фасовки лекарств - еще одна мера предосторожности против перекрестного заражения. Роботы исключают прямое взаимодействие работников с продукцией, минимизируя тем самым риск загрязнения. Применение специализированных упаковочных материалов с антимикробными свойствами в комбинации с автоматизированными технологиями позволяет обеспечить дополнительный уровень защиты продукции на всех этапах ее производства и хранения.

Ключевое значение имеет также автоматизированное управление документацией. Системы электронного документооборота способствуют точному и быстрому обмену информацией между различными подразделениями предприятия, что важно для своевременного выявления и устранения факторов, способных привести к перекрестным загрязнениям. Это обеспечивает непрерывный контроль качества и безопасности производственных операций.

Таким образом, использование средств автоматизации является неотъемлемой частью стратегии управления рисками перекрестной контаминации в фармацевтической индустрии. Оно повышает эффективность производственных процессов, модернизирует систему контроля качества и обеспечивает высокий уровень безопасности выпускаемой продукции.

### **Обучение персонала и строгие процедуры контроля качества**

Одним из критически важных аспектов борьбы с перекрестной контаминацией в производстве лекарственных средств является грамотное обучение персонала и разработка строгих процедур контроля качества. Эти меры направлены на минимизацию рисков, которые могут привести к загрязнению продукции, подвергая опасности здоровье конечных потребителей и причиняя вред репутации производителя [4,5].

Обучение персонала должно включать в себя не только базовые принципы надлежащей производственной практики (GMP), но и специализированные программы, ориентированные на риски перекрестной контаминации для конкретного производственного процесса. Для эффективности такого обучения необходима регулярная его актуализация и дополнение новыми данными о возможных рисках и методах их предотвращения. Ключевым элементом является развитие культуры безопасности на всех уровнях организации, при которой каждый сотрудник осознает свою роль в обеспечении безопасности продукции.

Важно, чтобы обучение было направлено не только на технологические аспекты производства, но и на развитие навыков принятия оперативных решений в нестандартных ситуациях, которые могут привести к риску перекрестной контаминации. Сценарное моделирование и тренировки, имитирующие аварийные ситуации, помогают персоналу лучше понять возможные угрозы и способы их устранения.

Разработка и соблюдение строгих процедур контроля качества являются еще одним важным аспектом минимизации рисков перекрестной контаминации. Эти процедуры должны охватывать все этапы производственного процесса, от приемки сырья до выпуска

готовой продукции на рынок. Внедрение системы качественного управления, включая аудиты, внешние и внутренние аудиты и отслеживание показателей, помогает выявлять и устранять потенциальные источники загрязнения.

Чрезвычайно важно использование адекватных технологий очистки и дезинфекции, а также контроль за состоянием оборудования и инструментов. Соответствующее оборудование должно проходить регулярную калибровку и техническое обслуживание, чтобы исключить его как источник перекрестной контаминации.

Тщательный мониторинг окружающей производственной среды, включая воздух, воду и поверхности, также играет важную роль в профилактике перекрестного загрязнения. Использование современных методов анализа и контроля позволяет своевременно обнаруживать и ликвидировать потенциальные угрозы.

Таким образом, комплексный подход к обучению персонала и строгое соблюдение процедур контроля качества обеспечивают важную основу для предотвращения перекрестной контаминации на производстве лекарственных средств. Эти меры не только повышают общий уровень безопасности продукции, но и способствуют построению доверия к производителю со стороны регуляторных органов и конечных потребителей.

### **Заключение**

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что управление риском перекрестной контаминации в производстве лекарственных средств является критически важным аспектом для обеспечения качества и безопасности выпускаемой продукции. В современном мире, где потребление лекарственных средств постоянно растет, необходимо строгое соблюдение стандартов и регуляций в области производства и контроля качества.

Управление риском перекрестной контаминации базируется на комплексе мер, который включает в себя не только разработку и внедрение соответствующих процедур и технологий, но и постоянный мониторинг и анализ возможных рисков. Важно также обучение персонала и осуществление регулярной проверки оборудования и помещений на предмет соблюдения стандартов чистоты и санитарии.

Применение современных технологий и методов анализа позволяет эффективно выявлять и предотвращать возможные источники контаминации, что способствует повышению качества и безопасности лекарственных препаратов. Однако, необходимо понимать, что риск перекрестной контаминации всегда присутствует, и поэтому важно постоянное внимание и усилия со стороны всех участников производственного процесса.

В целом, управление риском перекрестной контаминации играет ключевую роль в обеспечении качества и безопасности продукции. Тщательное планирование, строгие стандарты и постоянный контроль являются основополагающими принципами в этом процессе. Соблюдение всех рекомендаций и требований в данной области не только повышает репутацию производителя, но и обеспечивает безопасность пациентов и потребителей лекарственных средств.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. **Бейфус Е. С.** Возможность организации аудита системы управления рисками фармацевтического предприятия / Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект: Материалы VIII межд. научно-практич. конференции 23.05.2019г., г. Санкт-Петербург-СПб, 2019, С.116–121.
2. **Гармонов С. Ю., Нурисламова Г. Р., Фатхуллин Р. Р., Горюнова С. М.** Перекрестное загрязнение в химико-фармацевтическом производстве: проблемы стандартизации и унификации требований// Вестник Казанского технологического университета.- 2006-№ 6.- С. 294–305.
3. ICH guideline Q10 on pharmaceutical quality system EMA/CHMP/ ICH/214732/2007 – 2008.
4. **Рымовская М. В.** Основы промышленной асептики: электронный курс лекций для студентов специальности 1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов» специализации 1-48 02 02 01 «Промышленная технология лекарственных препаратов». Минск: БГТУ; 2018. 128с.
5. **Аладышева Ж.И., Береговых В.В., Демина Н.Б.** Путь создания продукта. М., 2019. 394с.

6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 77 "Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза" (в ред. Решений Совета Евразийской экономической комиссии от 14.07.2021 №65, от 04.07.2023 №76).

7. Code of Federal Regulations Title 21 – Food and Drugs. Chapter I – Food and Drug Administration. Department of Health and Human Services. Subchapter C – Drugs: general. PART 211 – Current Good Manufacturing Practice for Finished Pharmaceuticals. Subpart C – Buildings and Facilities Sec. 211.42 Design and construction features.

8. FDA Guidance for Industry «Non-Penicillin BetaLactam Drugs: A CGMP Framework for Preventing Cross-Contamination». April 2013.

#### REFERENCES

1. **Beifus E. S.** The possibility of organizing an audit of a pharmaceutical company's risk management system / Strategies and tools for economic management: sectoral and regional aspects: Proceedings of the VIII International scientific and practical conference 05/23/2019, St. Petersburg -SPb, 2019, pp.116-121
2. **Harmonov S. Yu., Nurislamova G. R., Fatkhullin R. R., Goryunova S. M.** Cross-contamination in chemical and pharmaceutical production production: problems of standardization and unification of requirements// Bulletin of Kazan Technological University.- 2006-No. 6.- pp. 294-305.
3. ICH guideline Q10 on pharmaceutical quality system EMA/CHMP/ ICH/214732/2007 – 2008.
4. **Rymovskaya M. V.** Fundamentals of industrial asepsis: an electronic course of lectures for students of specialty 1-48 02 02 "Technology of medicines" specialization 1-48 02 02 01 "Industrial technology of medicines". Minsk: BSTU; 2018: 128p.
5. **Aladyshева Zh.I., Beregovyykh V.V., Demina N.B.** The way to create a product. Moscow, 2019; 394p
6. Council of the Eurasian Economic Commission. Decision No. 77 dated 03.11.2016 "On Approval of the Rules of Good Manufacturing Practice of the Eurasian Economic Union". (In Russ.)
7. Code of Federal Regulations Title 21 – Food and Drugs. Chapter I – Food and Drug Administration. Department of Health and Human Services. Subchapter C – Drugs: general. PART 211 – Current Good Manufacturing Practice for Finished Pharmaceuticals. Subpart C – Buildings and Facilities Sec. 211.42 Design and construction features.
8. FDA Guidance for Industry «Non-Penicillin BetaLactam Drugs: A CGMP Framework for Preventing Cross-Contamination». April 2013.

#### ДӘРІЛІК ЗАТТАР ӨНДІРІСІНДЕГІ АЙҚАСПАЛЫ КОНТАМИНАЦИЯ ҚАУПІН БАСҚАРУ

**Савченко А. Ю., Камха М.М., Григорьева К.В., Делолио М. Ш., Шилова Н. В., Беседина Н. А.,  
Миролюбова О. В.**

Бұл мақалада дәрілік заттардың сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңызды элементі болып табылатын фармацевтикалық өндірістегі айқаспалы ластану қаупін басқарудың негізгі аспекттері қарастырылады. Дәрілік заттардың сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаратын ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9 және ICH Q10 халықаралық стандарттарын енгізуге ерекше назар аударылады.

Мақалада контаминацияның әлеуетті көздерін сәйкестендіруді, контаминацияның ықтималдығын талдауды және байланысқа түсептін адамдардың денсаулығы үшін ықтимал салдарларды анықтауды қоса алғанда, өндірістік үрдістің барлық кезеңдерінде қауіпті бағалауды жүргізу қажеттілігі ежей-тегжейлі баяндалады. Жүргізілген бағалау негізінде ұйымдастыруыштық және инженерлік бақылау шараларын қамтуы мүмкін қауіптерін басқару стратегиялары әзірленеді және іске асырылады.

#### MANAGING THE RISK OF CROSS-CONTAMINATION IN THE MANUFACTURE OF MEDICINES

**Savchenko A.Y., Kamkha MM., Grigorieva K.V., Delolio M.S., Shilova N.V., Besedina N.A.  
Mirolyubova O.V.**

This article examines the key aspects of managing the risk of cross-contamination in pharmaceutical manufacturing, a critical element in ensuring the quality and safety of medicinal products. Special attention is given to the implementation of international standards such as ISO 9001, ISO 31000, ICH Q9, and ICH Q10, which play an important role in ensuring the quality and safety of pharmaceuticals.

The article provides a detailed overview of the need to conduct risk assessments at all stages of the production process, including the identification of potential contamination sources, analysis of the likelihood of contamination, and determination of potential health impacts on those exposed. Based on these assessments, risk management strategies are developed and implemented, which may include both organizational and engineering control measures.

# **ЭПИДЕМИОЛОГИЯ**

УДК 616.9:616-076

## **EXPERIENCE IN DEPLOYING SPECIALIZED ANTI-EPIDEMIC TEAMS OF THE PLAGUE CONTROL SERVICE OF KAZAKHSTAN IN LABORATORY MONITORING OF COVID-19 (2020–2021)**

**Abdel Ziyat, Zhumadilova Zauresh, Tokmurziyeva Gulnara, Kovaleva Galina, Meka-Mechenko Tatyana, Matzhanova Alma, Abdirassilova Aigul, Mussagalieva Raikhan, Begimbaeva Elmira, Baitursyn Bolatbek, Abdeliyev Beck, Esimseit Duman, Shaki Nurbol, Otebay Dinmukhammed, Dikhanbaev Arnat, Salavatov Alisher, Yusupov Aisazhan and Nurseitov Meïrzhhan**

*(Masgut Aikimbayev's National Scientific Center for Especially Dangerous Infections Almaty, Kazakhstan  
e-mail: nurseitovmeirzhan@gmail.com)*

### **Abstract**

This study analyzes the activities of stationary and specialized mobile laboratories of the Mas gut Aikimbayev National Scientific Center for Especially Dangerous Infections (NSCEDI) of the Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan during the COVID-19 pandemic. The laboratories of the anti-plague service represented an essential part of the national diagnostic system, providing large-scale support in monitoring and diagnosing coronavirus infection throughout 2020–2021. Laboratory testing was performed using the polymerase chain reaction (PCR) method with real-time hybridization-fluorescence detection. In total, 220,395 PCR tests for COVID-19 were carried out. Of these, the Central Reference Laboratory (CRL) of NSCEDI examined 18,640 samples, detecting 708 positives, while anti-plague station laboratories tested 201,755 samples, of which 6,306 were positive. To expand diagnostic coverage and improve accessibility, mobile laboratories were deployed to remote district centers located 500–600 km from regional centers. This strategic deployment reduced the time needed for transporting clinical material, alleviated the burden on stationary laboratories in regional centers, and enabled more rapid delivery of test results. The mobile component of the system was strengthened through humanitarian assistance, including four autolaboratories provided by Rospotrebnadzor of the Russian Federation, bringing the total to 14 mobile PCR laboratories operating across Kazakhstan by 2021. Their introduction allowed timely testing in hard-to-reach regions, which improved epidemiological control, minimized diagnostic delays, and supported decision-making in clinical and public health practice. The analysis confirms that timely and large-scale measures to organize laboratory diagnostics yielded positive outcomes in preventing the wider spread of COVID-19 among the population of Kazakhstan. The combined use of stationary and mobile laboratories proved to be an effective and highly relevant model in emergency conditions, ensuring rapid response capacity and demonstrating the importance of a flexible diagnostic infrastructure for managing especially dangerous infections. The experience gained during the pandemic highlights the critical role of integrating mobile technologies into national laboratory systems and may serve as a model for strengthening preparedness and response to future infectious disease threats.

**Keywords:** *COVID-19, SARS-CoV-2, mobile laboratories, PCR, epidemic monitoring, pandemic response*

### **Introduction**

COVID-19 pandemic (hereinafter referred to as COVID-19) has become a global disaster with huge negative consequences for states around the world. Pandemic was characterized by an explosive nature, rapid speed and scale of spread, and a severe course of human disease. The COVID-19 pandemic ranks as the fifth-deadliest pandemic or epidemic in history [1]. The WHO ended the PHEIC for COVID-19 on 5 May 2023 [2]. As of 28 August 2025, COVID-19 has caused 7,099,056 [3] confirmed deaths, and 18.2 to 33.5 million estimated deaths [4].

Since January 5, 2020, WHO has been providing detailed information on the cluster of cases of pneumonia of unknown etiology through the operating mechanism of the IHR (International

Health Regulations) (2005) to which all Member States have access. The event notification provides information about the cases and recommends that Member States take measures to reduce the risk of acute respiratory infections [5].

In 2020, the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan identified several key priorities in responding to the COVID-19 pandemic. These included strengthening measures to counter the spread of coronavirus infection, enhancing the sanitary and epidemiological service, organizing vaccination efforts, improving the quality of medical care, increasing the remuneration of healthcare workers, refining tariff policies, and addressing corruption within the healthcare system [6].

First cases of COVID-19 were registered on the territory of the RK on March 13, 2020. According to official statistics, as of October 13, 2021 - 990,461 laboratory-confirmed cases of infection were detected in the RK, 854,976 people recovered, and 11,672 people died [7].

January 13, 2020 WHO publishes the first RT-PCR study protocol used by a partner laboratory for the diagnosis of a new coronavirus infection [5], and states that, in general, laboratory diagnosis is an integral part of the epidemiological surveillance system for infectious diseases.

The global pandemic of coronavirus infection caused by the SARS-CoV-2 virus, which has spread across all continents, has compelled a reassessment of issues related to epidemiology, diagnosis, treatment, and preventive measures, including emergency response. Timely and large-scale measures undertaken by the Anti-Plague Service of the Republic of Kazakhstan to organize diagnostic laboratory testing, aimed at preventing the further spread of COVID-19 among the population, yielded positive results by reducing the time required for transporting clinical samples and alleviating the burden on stationary laboratories in regional centers. This objective formed the basis of the present study.

## **Materials and Methods**

Work on conducting diagnostic studies of samples of clinical materials from people was carried out on the basis of the Sanitary Rules approved by the Order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan (MH RK) from May 27, 2021 # KР DSM-47 (2020 - Sanitary Rules dated March 27, 2018 #126 and from 05.07.2020 # KР DSM-78/2020) [8]. When conducting laboratory studies, the interim WHO guidelines "Diagnostic testing for SARS-CoV-2" and "Laboratory testing of the new coronavirus 2019 (2019-nCoV) in case of suspected cases of human disease" [9, 10] and other directives were used. documents. The analysis includes data from the results of our own laboratory studies.

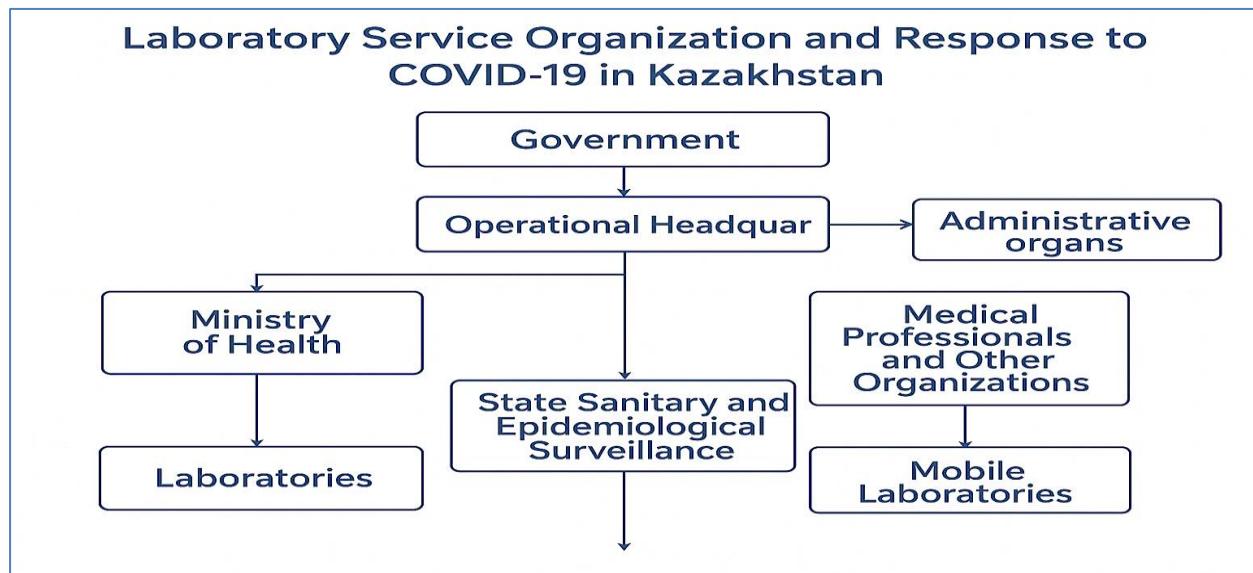
For laboratory studies, the following were used: real-time PCR - analyzer "PureLink™ RNA Mini Kit, Invitrogen by Thermo Fisher Scientific", PCR test systems "Kit of reagents for detection of SARS-CoV-2 coronavirus RNA by polymerase chain reaction (PCR) with hybridization - fluorescent detection in "real time" produced by NSCEDI of the MH RK, Almaty, RK" and "Detection Kit for 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) RNA (PCR-Fluorescence Probing), DAAN GENE CO., LTD. OF SUN YAT-SEN UNIVERSITY", as well as kits for nucleic acid extraction "Reagent kit for RNA/DNA extraction from clinical material "AmpliSense® RIBO-prep", Central Research Institute of Epidemiology of Rospotrebnadzor of the Russian Federation" and "Reagent kit for RNA/DNA extraction from clinical material "AmpliSense® RIBO-sorb", Federal Budget Institution of Science «Central Research Institute of Epidemiology», Rospotrebnadzor of the Russian Federation.

## **Results**

### **Organization of Laboratory Response**

The national laboratory response to COVID-19 in Kazakhstan was organized through the coordinated efforts of central, regional, and specialized mobile laboratories of the Anti-Plague Service under the NSCEDI. Figure 1 illustrates the organizational structure and interactions of the laboratory network with administrative authorities and healthcare institutions. Notably, this system

ensured timely diagnostics, reduced delays in sample transportation, and alleviated the testing burden on regional laboratories.



*Figure 1. Organization of the laboratory service and response to COVID-19 in the Republic of Kazakhstan*

The diagram illustrates the multi-tiered structure of the laboratory response system during the COVID-19 pandemic. It highlights the functional linkages between central, regional, and mobile laboratories, and their integration with administrative authorities and healthcare institutions. This networked organization enabled a coordinated response by ensuring rapid sample collection and transportation, maintaining continuity of laboratory diagnostics across the country, and reducing the testing burden on regional centers. The model reflects a flexible and scalable approach, where mobile laboratories played a pivotal role in extending diagnostic capacity to remote and high-incidence areas, thereby strengthening national preparedness and response measures.

#### **Scope of Laboratory Testing**

Laboratory diagnostics for COVID-19 commenced on January 21, 2020, with initial testing targeting travelers arriving from abroad. Between 2020 and 2021, a total of 220,395 samples were analyzed for SARS-CoV-2 RNA using real-time PCR across the central reference laboratory and Anti-Plague stations. The central laboratory examined 18,640 samples, of which 780 (4.2%) were positive, while the Anti-Plague laboratories processed 201,755 samples and identified 6,306 (3.1%) positives (Table 1). In total, 7,086 positive samples were detected, representing 3.2% of all samples tested.

Importantly, 91.5% of all laboratory testing was conducted by the diagnostic laboratories of the Anti-Plague stations, underscoring their central role in national laboratory surveillance during the pandemic.

Table 1

*Results of laboratory studies in the search for RNA of the SARS-CoV-2 virus by real-time PCR, conducted by the laboratories of the anti-plague service of Kazakhstan in 2020-2021*

Year	Total number of samples	Central reference laboratory			Anti-Plague Laboratories		
		Number of samples	Of these, positive	% of the number of studies	Number of samples	Of these, positive	% of the number of studies
2020	112858	14667	727	4,9	98191	2279	2,3
2021	107537	3973	53	1,3	103564	4027	3,9
Total	220395	18640	780	4,2	201755	6306	3,1

### Deployment of Mobile Laboratories

Since the onset of the pandemic, five stationary and ten specialized mobile laboratories were engaged in COVID-19 diagnostics, including four auto-laboratories provided as humanitarian aid by Rospotrebnadzor (Russian Federation). In May 2020, an additional four mobile laboratories were commissioned under the Ministry of Health as part of efforts to reinforce the sanitary and epidemiological service. These units were custom-designed by NSCEDI, equipped with biosafety cabinets, PCR and ELISA analyzers capable of processing up to 500 tests per day, and were fully assembled domestically in Kazakhstan. Notably, their production involved local manufacturers: KAMAZ-Engineering (Kokshetau) for the chassis and Topol (Almaty) for laboratory and auxiliary equipment.

These mobile laboratories were strategically deployed to diverse settings, including district infectious disease hospitals in Kaskelen (Almaty region), rural districts of Kyrgyzstan region, rotational worker settlements in Atyrau region, the city of Turkestan and its surrounding districts, as well as at border checkpoints with Russia, Kyrgyzstan, Uzbekistan, and Turkmenistan. This wide deployment significantly expanded diagnostic coverage and strengthened outbreak containment efforts.

### Diagnostic Test Systems

Approximately 95% of all laboratory analyses were performed using the real-time PCR diagnostic kits ‘Reagent Kit for Detecting SARS-CoV-2 Coronavirus RNA’ developed and produced by NSCEDI. At the beginning of the pandemic, shortages of imported test kits created urgent challenges, necessitating domestic innovation. Once the viral genome sequence became available, NSCEDI scientists promptly synthesized diagnostic primers for SARS-CoV-2, enabling timely detection of infections. The test system was subsequently registered in the State Register of Medical Devices of the Republic of Kazakhstan and demonstrated high reliability when applied to both clinical and environmental samples.

This achievement reflects NSCEDI’s long-standing expertise in developing domestic PCR-based test systems for bacterial pathogens, including those causing especially dangerous infections, and highlights its critical role in strengthening national diagnostic independence [11].

### Additional Epidemiological Activities

In addition to laboratory diagnostics, NSCEDI specialists contributed to preventive and anti-epidemic measures in Almaty. A daily situational analysis was carried out in accordance with the Russian Federation’s State Sanitary and Epidemiological Regulation MP 3.1.0178-20 (May 2020). Key epidemiological indicators included the effective reproduction number ( $R_t$ ), testing coverage per 100,000 population (OT), and the availability of free hospital beds for COVID-19 patients (CF). These indicators were systematically reported to the Almaty Health Department, thereby informing evidence-based decisions on the introduction or lifting of restrictive measures.

### Summary of Results

In summary, during 2020–2021 the Anti-Plague Service of Kazakhstan conducted over 220,000 COVID-19 diagnostic tests, with mobile laboratories playing a decisive role in extending diagnostic coverage to remote and high-risk areas. The rapid development and deployment of domestic PCR test systems ensured the country's diagnostic capacity despite global supply shortages. Taken together, these efforts contributed to the timely detection of COVID-19 cases and supported the adoption of comprehensive operational anti-epidemic and preventive measures.

We have analyzed the volume of laboratory tests conducted by stationary and specialized mobile laboratories of the anti-plague service of RK for laboratory diagnosis of COVID-19 during its pandemic in 2020-2021.

## **Discussion**

### **Lessons from Global Outbreaks**

Global outbreaks of infectious diseases, such as the COVID-19 pandemic and the Ebola epidemic in West Africa (2014–2016), have revealed the vulnerabilities of public health systems and underscored the need for rapid response mechanisms [12]. The International Health Regulations (IHR, 2005) mandate that countries establish capacities for timely detection and containment of epidemic threats [13]. Specialized Anti-Epidemic Teams (SAETs) and comparable mobile formations, including the WHO's Global Outbreak Alert and Response Network (GOARN), have become critical in coordinating national and international responses [14].

### **Historical Development and International Models**

The origins of SAETs can be traced to the Soviet system of sanitary-epidemiological surveillance, where mobile teams were deployed to localize outbreaks of especially dangerous infections [15]. Following the dissolution of the USSR, mobile response capacities evolved in multiple countries: Russia (Rospotrebnadzor), the United States (CDC), Germany (Robert Koch Institute), China (China CDC), France (REACTing and Santé Publique France), the United Kingdom (UK-PHRST), and Italy (regional RRTs) [16–18]. In addition, Cuba's medical brigades and military medical deployments during Ebola highlighted alternative organizational models [19]. These international experiences illustrate the ongoing transformation of mobile outbreak response capacities. The present study aimed to examine selected global practices and assess their relevance for Kazakhstan in the framework of the Law on Biological Safety (2022) [20].

### **Structural and Operational Characteristics**

The UK-PHRST, managed by the UK Health Security Agency and the London School of Hygiene & Tropical Medicine, typically consists of 10 -15 experts - epidemiologists, microbiologists, infectious disease specialists, and biosafety officers - equipped with field laboratories and communication technologies [21]. In Italy, RRTs coordinated by the National Institute of Health (ISS) and regional authorities deploy 8-12 experts in collaboration with ECDC and WHO, focusing on decentralized structures supported by mobile laboratory facilities [22].

### **Effectiveness Criteria and Case Studies**

Effectiveness of SAETs and other rapid response teams has been assessed using indicators such as timeliness of deployment, outbreak containment, mission outcomes (e.g., reduced outbreak duration, lives saved), and integration into global networks such as GOARN [23]. Evidence from 40 documented missions between 2005 and 2022 demonstrates that mobile teams consistently reduce outbreak response times and mitigate health risks.

During the Ebola epidemic (2014–2016), SARS (2003), and COVID-19 (2020–2022), SAETs and analogous teams proved their operational value. The CDC's Global Rapid Response Team (GRRT), with 13 experts on 24-hour standby, investigated more than 6,050 outbreaks since 2005, including 1,782 deployments, significantly reducing containment time across 40 countries [24]. Germany's Mobile Sanitation Units (9 experts, 6–12 hours readiness) demonstrated effectiveness in simulation exercises and real outbreaks. France's mobile teams (10–20 experts, 12–24 hours) ensured autonomous operations while maintaining integration with WHO. The UK-PHRST played a decisive role in Ebola and COVID-19 responses and, in 2025, partnered with Africa CDC

to strengthen regional capacity. Italy's decentralized RRTs localized COVID-19 outbreaks in co-ordination with WHO and ECDC. In China, mobile CDC groups achieved rapid SARS diagnostics and COVID-19 screening in Wuhan. Russia's SAETs (35 experts) neutralized cholera outbreaks within 12 hours in 1994 and successfully deployed to Tajikistan in 2008 and 2020. Cuba's Henry Reeve brigades (57 units) operated in 39 countries during COVID-19, providing care for more than 300,000 patients.

### **Synthesis of Findings**

Epidemic response teams have consistently demonstrated high effectiveness, reducing average response times to 18.75 hours and contributing to the containment of Ebola, SARS, and COVID-19 across at least eight countries [24, 25]. Despite variability in composition, resources, and organizational models, the collective evidence highlights their adaptability and capacity to minimize epidemic risks and save lives.

### **Implications for Kazakhstan**

For the Republic of Kazakhstan, the adoption of SAETs presents a strategic opportunity to strengthen the national system of biological security. The country's vast territory, cross-border mobility, and natural foci of especially dangerous pathogens (plague, anthrax, tularemia) necessitate mobile and autonomous formations capable of rapid deployment. Drawing on international experiences—particularly the CDC (USA), Rospotrebnadzor (Russia), and European counterparts (France, UK, Italy)—Kazakhstan has a strong foundation to establish an effective SAET model that aligns with its unique geographic and epidemiological challenges.

### **Conclusions**

In the purposes to carry out laboratory diagnostics of COVID-19 for the period 2020-2021 stationary and mobile laboratories of the Anti-plague service of RK carried out a large and effective work. The laboratories of the NSCEDI and its branches tested 220,395 samples for COVID-19 using the real-time PCR method, of which 7086 were positive. Due to the current situation, specialized mobile laboratories of the Anti-plague service were deployed in remote district centers (500-600 km from regional centers). This ensured a reduction in the time of transportation of clinical material and a decrease in the load on stationary laboratories of the regional centers of the country.

Thus, the laboratories of the Anti-plague service of the RK ensured timely diagnosis of coronavirus infection in humans, which was important for the adoption of comprehensive anti-epidemic preventive measures to eliminate and localize foci of coronavirus infection COVID-19. The mobile laboratories of the NSCEDI have convincingly proved their effectiveness and relevance in the context of the COVID-19 pandemic.

### **Acknowledgments**

The authors express their sincere gratitude to the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan and the Committee of State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan for their leadership and support in strengthening the national laboratory network during the COVID-19 pandemic. Special appreciation is extended to the staff of the National Scientific Center for Especially Dangerous Infections (NSCEDI) and its regional branches (plague control stations), which are under the jurisdiction of the Committee of State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, for their dedicated work in organizing and conducting large-scale laboratory diagnostics.

We also acknowledge the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing of the Russian Federation (Rospotrebnadzor) for providing mobile laboratories as humanitarian aid during the early stages of the pandemic. The authors further recognize the contribution of domestic industrial partners, including KAMAZ-Engineering (Kokshetau, Kazakhstan) and Topol LLP (Almaty, Kazakhstan), for their role in manufacturing and equipping mobile laboratories with modern diagnostic technologies.

Finally, we extend our gratitude to regional medical organizations, administrative bodies, and frontline healthcare workers whose coordinated efforts ensured timely diagnostics, effective

epidemiological response, and the implementation of preventive measures to contain the spread of COVID-19 in Kazakhstan.

## LITERATURE

1. COVID-19 pandemic. Wikipedia. [Internet]. Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic). [Accessed 26 Aug 2025].
2. Rigby J, Satija B. WHO declares end to COVID global health emergency. Reuters. 2023 May 8. [Internet]. Available from: <https://www.reuters.com/article/who-covid-end-idUSKBN2>. [Accessed 9 May 2023].
3. Mathieu E, Ritchie H, Rodés-Guirao L, Appel C, Giattino C, Hasell J, et al. Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World in Data. 2020–2024. [Internet]. Available from: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. [Accessed 28 Aug 2025].
4. The pandemic's true death toll. The Economist. 2023 Jul 26. [Internet]. Archived from the original on 8 Feb 2024. Available from: <https://www.economist.com/graphic-detail/2023/07/26/the-pandemics-true-death-toll>. [Accessed 26 Jul 2023].
5. World Health Organization. Listings of WHO's response to COVID-19. [Internet]. Available from: <https://www.who.int/news/item/29-06-2020-covidtime-line>. [Accessed 26 Aug 2025].
6. Official Information Resource of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan. Combating coronavirus infection, equipping medical organizations, wage reform in the healthcare sector—the development of healthcare in Kazakhstan in 2020. [Internet]. Available from: <https://primeminister.kz/ru/news/borba-s-koronavirusnoy-infekciey-osnashchenie-medicinskikh-organizaciy-zarplatnaya-reforma-v-medsfere-razvitiye-zdravoohraneniya-kazahstana-v-2020-godu-121545>. [Accessed 26 Aug 2025].
7. Distribution of COVID-19 in Kazakhstan. Wikipedia. [Internet]. Available from: [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic\\_in\\_Kazakhstan](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic_in_Kazakhstan). [Accessed 22 Aug 2025].
8. Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. Sanitary and epidemiological requirements for the organization and implementation of sanitary and anti-epidemic, sanitary and preventive measures for acute respiratory viral infections, influenza and their complications, meningococcal infection, COVID-19, chickenpox and scarlet fever. Order No. RK DSM-47. 27 May 2021. [Internet]. Available from: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100022833>. [Accessed 23 Feb 2022].
9. World Health Organization. Laboratory testing for 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) for suspected human cases: interim guidance. Geneva: WHO; 2020 Jan 17. [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330676>. [Accessed 23 Feb 2022].
10. World Health Organization. Diagnostic testing for SARS-CoV-2: interim guidance. Geneva: WHO; 2020 Sep 11. [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/334254>. [Accessed 23 Feb 2022].
11. Abdirassilova AA, Abdel ZZH, Kurmanov BK, Kassenova AK, Rysbekova AK, Yessimseit DT, et al. Development of a Real-time PCR using Fluorescent Hybridization Probes // J Res Med Dent Sci. – 2020. - N 8(1). – P.26–36.
12. Gostin, L. O., et al. Toward a Common Secure Future: Four Global Commissions in the Wake of Ebola. *PLOS Medicine*. 2016, 13(5), e1002042. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002042>
13. World Health Organization. *International Health Regulations (2005). Third Edition*. WHO Press, Geneva; 2016. [Internet]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241580496>. [Accessed 21 August 2025].
14. Dulacha, D., et al. Use of Mobile Medical Teams in Complex Humanitarian Settings // South Sudan Case Study //Pan African Medical Journal. – 2022. – V 42 (Suppl 1). – 8. <https://doi.org/10.11604/pamj.supp.2022.42.1.33865>
- 15 Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor). Order No. 231 of 24 March 2015 “On Approval of the Regulations on the Activities of Specialized Anti-Epidemic Teams (SPETs).” [Internet]. [in Russian]. Available from: <https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/>. [Accessed 21 August 2025].
16. Onishchenko, G. G., et al. Modern Mobile Anti-Epidemic Complexes. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*. 2016, 1, 93–101. [Internet]. [in Russian]. Available from: <https://infektionnyebolezni.ru/jour/article/view/93>. [Accessed 21 August 2025].
- 17 .Onishchenko, G. G., et al. Specialized Anti-Epidemic Teams of Rospotrebnadzor: Past, Present, and Future // Problems of Particularly Dangerous Infections. – 2014. - N 2. – P. 5–12. [in Russian]. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2014-2>
18. REACTing: the French Response to Infectious Disease Crises. *The Lancet*. 2016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30059-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30059-9)

19. Cuba Archive. Fact Sheet: Overview of Cuba's Medical Brigades. [Internet]. Available from: <https://cubaarchive.org/wp-content/uploads/2022/05/FACT-SHEET-Cubas-Medical-Diplomacy.pdf>. [Accessed 21 August 2025].
20. Republic of Kazakhstan. Law of 21 May 2022 No. 122-VII "On Biological Safety of the Republic of Kazakhstan". [Internet] Available from: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2200000122>. [Accessed 21 August 2025].
21. UK Government. UK Public Health Rapid Support Team (UK-PHRST). [Internet]. Available from: <https://www.gov.uk/government/collections/uk-public-health-rapid-support-team-uk-phrst>. [Accessed 21 August 2025].
22. World Health Organization. WHO Rapid Response Team Concludes Mission to Italy for COVID-19 Response. WHO. 2020. [Internet]. Available from: <https://www.who.int/europe/news/item/06-03-2020-who-rapid-response-team-concludes-mission-to-italy-for-covid-19-response>. [Accessed 21 August 2025].
23. European Centre for Disease Prevention and Control. Preparedness Planning for Respiratory Viruses in EU Member States. ECDC. 2011. [Internet]. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/preparedness-planning-respiratory-viruses-eu-member-states>. [Accessed 21 August 2025].
24. Global Rapid Response Team. Characteristics of Global Rapid Response Team Deployers and Deployment Experiences During the First 18 Months of the COVID-19 Pandemic. *Public Health Reports*. 2024. [Internet]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11556634>. [Accessed 21 August 2025].
25. Multi-country Collaboration in Responding to Global Infectious Disease Threats. *The Lancet Regional Health – Europe*. 2021. [https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100198/](https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100198).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пандемия COVID-19. Википедия. [Интернет]. Доступно по ссылке: [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic). [Дата обращения: 26 августа 2025 г.]
2. Ригби Дж., Сатия Б. ВОЗ объявляет о завершении глобальной чрезвычайной ситуации в области здравоохранения, связанной с COVID. Рейтер. 8 мая 2023 г. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.reuters.com/article/who-covid-end-idUSKBN2>. [Дата обращения: 9 мая 2023 г.]
3. Матье Э., Ричи Х., Родес-Гирао Л., Аппель К., Джинаттино К., Хаселл Дж. и др. Пандемия коронавируса (COVID-19). Наш мир в данных. 2020–2024. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://ourworldindata.org/coronavirus>. [Дата обращения: 28 августа 2025 г.]
4. Истинное число погибших в результате пандемии. The Economist. 26 июля 2023 г. [Интернет]. Архивировано с оригинала 8 февраля 2024 г. Доступно по ссылке: <https://www.economist.com/graphic-detail/2023/07/26/the-pandemics-true-death-toll>. [Дата обращения: 26 июля 2023 г.]
5. Всемирная организация здравоохранения. Перечень мер ВОЗ по борьбе с COVID-19. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.who.int/news/item/29-06-2020-covidtimeline>. [Дата обращения: 26 августа 2025 г.]
6. Официальный информационный ресурс Премьер-министра Республики Казахстан. Борьба с коронавирусной инфекцией, оснащение медицинских организаций, реформа оплаты труда в сфере здравоохранения — развитие здравоохранения Казахстана в 2020 году. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://primeminister.kz/ru/news/borba-s-koronavirusnoy-infekciyey-osnashchenie-medicinskikh-organizaciy-zarplatnaya-reforma-v-medstere-ravvitiye-zdravoohraneniya-kazahstana-v-2020-godu-121545>. [Дата обращения: 26 августа 2025 г.]
7. Распространение COVID-19 в Казахстане. Википедия. [Интернет]. Доступно по ссылке: [https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19\\_pandemic\\_in\\_Kazakhstan](https://en.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemic_in_Kazakhstan). [Дата обращения: 22 августа 2025 г.]
8. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Санитарно-эпидемиологические требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических и санитарно-профилактических мероприятий при острых респираторных вирусных инфекциях, гриппе и его осложнениях, менингококковой инфекции, COVID-19, ветряной оспе и скарлатине. Приказ № РК ДСМ-47. 27 мая 2021 г. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100022833>. [Дата обращения: 23 февраля 2022 г.]
9. Всемирная организация здравоохранения. Лабораторное исследование нового коронавируса 2019 года (2019-nCoV) у лиц с подозрением на заболевание: временное руководство. Женева: ВОЗ; 17 января 2020 г. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330676>. [Дата обращения: 23 февраля 2022 г.]
10. Всемирная организация здравоохранения. Диагностическое тестирование на SARS-CoV-2: временное руководство. Женева: ВОЗ; 11 сентября 2020 г. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/334254>. [Дата обращения: 23 февраля 2022 г.]
11. Абдирассолова А.А., Абдель З.Х., Курманов Б.К., Касенова А.К., Рысбекова А.К., Есимсейт Д.Т. и др. Разработка метода ПЦР в реальном времени с использованием флуоресцентных гибридизационных зондов // J Res Med Dent Sci. – 2020. – № 8(1). – С. 26–36.
12. Гостиц Л.О. и др. На пути к общему безопасному будущему: четыре глобальные комиссии вслед за Эболой. PLOS Medicine. 2016, 13(5), e1002042. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002042>

13. Всемирная организация здравоохранения. Международные медико-санитарные правила (2005). Третье издание. Издательство ВОЗ, Женева; 2016. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.who.int/publications/item/9789241580496>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
14. Дулача Д. и др. Использование мобильных медицинских бригад в сложных гуманитарных ситуациях // Южное исследование ситуации в Судане // Панафриканский медицинский журнал. – 2022. – Т. 42 (Приложение 1). - 8. <https://doi.org/10.11604/pamj.supp.2022.42.1.33865>
- 15 Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Приказ от 24 марта 2015 г. № 231 «Об утверждении Положения о деятельности специализированных противоэпидемических бригад (СПЭБ)». [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.rosпотребnadzor.ru/documents/>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
16. Онищенко Г.Г. и др. Современные мобильные противоэпидемические комплексы. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2016, 1, 93–101. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://infektionnyeboleznii.ru/jour/article/view/93>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
17. Онищенко Г.Г. и др. Специализированные противоэпидемические бригады Роспотребнадзора: прошлое, настоящее и будущее // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014. – № 2. – С. 5–12. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2014-2>
18. REACTing: французский ответ на кризисы с инфекционными заболеваниями. The Lancet. 2016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30059-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30059-9)
19. Архив Кубы. Информационный бюллетень: Обзор медицинских бригад Кубы. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://cubaarchive.org/wp-content/uploads/2022/05/FACT-SHEET-Cubas-Medical-Diplomacy.pdf>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
20. Республика Казахстан. Закон от 21 мая 2022 года № 122-VII «О биологической безопасности Республики Казахстан». [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z2200000122>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
21. Правительство Великобритании. Группа оперативной поддержки общественного здравоохранения Великобритании (UK-PHRST). [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.gov.uk/government/collections/uk-public-health-rapid-su>
22. Всемирная организация здравоохранения. Группа быстрого реагирования ВОЗ завершила миссию в Италию для реагирования на COVID-19. ВОЗ. 2020. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.who.int/europe/news/item/06-03-2020-who-rapid-response-team-concludes-mission-to-italy-for-covid-19-response>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
23. Европейский центр профилактики и контроля заболеваний. Планирование готовности к респираторным вирусам в государствах-членах ЕС. ECDC. 2011. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/preparedness-planning-respiratory-viruses-eu-member-states>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
24. Глобальная группа быстрого реагирования. Характеристики организаций, разворачивающих глобальные группы быстрого реагирования, и опыт их развертывания в течение первых 18 месяцев пандемии COVID-19. Доклады общественного здравоохранения. 2024. [Интернет]. Доступно по ссылке: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11556634>. [Дата обращения: 21 августа 2025 г.].
25. Многонациональное сотрудничество в реагировании на глобальные угрозы инфекционных заболеваний. The Lancet: Региональное здравоохранение – Европа. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100198ю>.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ОБАҒА ҚАРСЫ КҮРЕС ҚЫЗМЕТИНІҢ АРНАЙЫ ЭПИДЕМИЯҒАҚАРСЫ ТОПТАРЫНЫң COVID-19-ДЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫ ЕҢГІЗУ ТӘЖІРИБЕСІ (2020-2021 ЖЖ.)

Абдел З.Ж., Жумадилова З.Б., Токмурзиеva Г.Ж., Ковалева Г.Г.,  
Мека-Меченеко Т.В., Матжанова А.М., Абдирасилова А.А., Мусагалиева Р.С., Бегимбаева Э.Ж.,  
Байтурсын Б.А., Абделиев Б.З., Есимсейт Д., Шаки Н., Отебай Д., Диханбаев А., Салаватов А.,  
Юсупов А. және Нурсенгізов М.

Бұл зерттеуде Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің MacSүт Айқымбаев атындағы аса қауіпті инфекциялар үлттық ғылыми орталығының (АҚИҰФО) стационарлық және мамандандырылған мобилді зертханаларының COVID-19 пандемиясы кезіндегі қызметі талданады. Обаға қарсы қызметтің зертханалары үлттық диагностикалық жүйенің маңызды болігі болып, 2020–2021 жылдары коронавирус инфекциясын мониторингтеу және диагностикалауда көн көлемде колдау көрсетті. Зертханалық зерттеулер гибридизация-флуоресценциялық детекциясы бар полимеразалық тізбекті реакция (ПТР) әдісімен жүргізілді. Барлығы 220 395 COVID-19-га арналған ПТР сынақтары орындалды. Соның ішінде АҚИҰФО-ның Орталық референс-зертханасы 18 640 үлгіні зерттеп, 708 оң нәтижені анықтады, ал противообалық станциялар зертханалары 201 755 үлгіні тексеріп, олардың 6 306-сы оң нәтиже көрсетti.

Диагностикалық қамтуды көңеиту және колжетімділікті арттыру мақсатында мобиЛЬДІ зертханалар облыс орталықтарынан 500–600 км қашықтықтағы аудан орталықтарына орналастырылды. Мұндай стратегиялық қадам клиникалық материалды тасымалдау уақытын қыскартты, аймақтық орталықтардағы стационарлық зертханалардың жүктемесін азайтты және сынақ нәтижелерін жедел жеткізуге мүмкіндік берді. Жүйенің мобиЛЬДІ компоненті гуманitarлық көмек есебінен күштейтілді, соның ішінде Ресей Федерациясының Роспотребнадзорынан берілген төрт автозертхана. Нәтижесінде 2021 жылға қарай Қазақстан аумағында 14 мобиЛЬДІ ПТР зертханасы жұмыс істеді. Олардың енгізілуі қол жетпейтін аймактарда уақтылы сынақ жүргізуге мүмкіндік беріп, эпидемиологиялық бақылауды жақсартты, диагностикалық қілдірістерді азайтты және клиникалық әрі қоғамдық денсаулық сактау тәжірибесінде шешім қабылдауды қолдады.

Талдау нәтижелері көрсеткендегі, зертханалық диагностика үйімдастырудың уақтылы және көң ауқымды шаралар COVID-19-дың Қазақстан халқы арасында көнін таралуын болдырмауда он нәтижелер берді. Стационарлық және мобиЛЬДІ зертханаларды бірлесе пайдалану төтенше жағдайда тиімді әрі өзекіт үлгі ретінде дәлелденіп, шұғыл әрекет ету мүмкіндігін қамтамасыз етті және аса қауіпті инфекцияларды басқаруда икемді диагностикалық инфрақұрылымның маңыздылығын көрсетті. Пандемия кезеңінде жинақталған тәжірибе ұлттық зертханалық жүйелерге мобиЛЬДІ технологияларды енгізуін шешуші рөлін айқындаиды және болашақтағы жүқпалы аурулар катеріне дайындық пен ден қоюды нығайтудың үлгісі бола алады.

**ОПЫТ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ БРИГАД  
ПРОТИВОЧУМНОЙ СЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ МОНИТОРИНГЕ COVID-19  
(2020-2021 ГГ.)**

**Абдел З.Ж., Жумадилова З.Б., Токмурзиеva Г.Ж., Ковалева Г.Г.,  
Мека-Меченко Т.В., Матжанова А.М., Абдирасилова А.А., Мусагалиева Р.С., Бегимбаева Э.Ж.,  
Байтурсын Б.А., Абделиев Б.З., Есимсейт Д., Шаки Н., Отебай Д., Диханбаев А., Салаватов А.,  
Юсупов А. и Нурсеитов М.**

В данном исследовании анализируется деятельность стационарных и специализированных мобильных лабораторий Национального научного центра особо опасных инфекций имени Масгута Айкимбаева (ННЦОИ) Министерства здравоохранения Республики Казахстан в период пандемии COVID-19. Лаборатории противочумной службы являлись важной частью национальной диагностической системы и в 2020–2021 годах обеспечили широкомасштабную поддержку в мониторинге и диагностике коронавирусной инфекции. Лабораторные исследования проводились методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентным детектированием. Всего было выполнено 220 395 ПЦР-тестов на COVID-19. В том числе Центральная референс-лаборатория ННЦОИ исследовала 18 640 образцов, выявив 708 положительных, а лаборатории противочумных станций протестировали 201 755 образцов, из которых 6 306 оказались положительными.

С целью расширения диагностического охвата и повышения доступности мобильные лаборатории были развернуты в районных центрах, расположенных на расстоянии 500–600 км от областных центров. Такая стратегическая мера позволила сократить время транспортировки клинического материала, снизить нагрузку на стационарные лаборатории областных центров и ускорить доставку результатов анализов. Мобильный компонент системы был усилен за счет гуманитарной помощи, включая четыре автолаборатории, предоставленные Роспотребнадзором Российской Федерации. В результате к 2021 году на территории Казахстана функционировало 14 мобильных ПЦР-лабораторий. Их внедрение обеспечило проведение своевременных исследований в труднодоступных районах, улучшило эпидемиологический контроль, сократило диагностические задержки и поддержало процесс принятия решений в клинической и общественно-здравоохранительной практике.

Результаты анализа показали, что своевременные и масштабные меры по организации лабораторной диагностики дали положительные результаты в предотвращении широкого распространения COVID-19 среди населения Казахстана. Совместное использование стационарных и мобильных лабораторий доказало свою эффективность и актуальность в условиях чрезвычайной ситуации, обеспечив возможность оперативного реагирования и продемонстрировав значимость гибкой диагностической инфраструктуры для борьбы с особо опасными инфекциями. Опыт, накопленный в период пандемии, подчеркивает ключевую роль интеграции мобильных технологий в национальные лабораторные системы и может служить моделью для укрепления готовности и реагирования на будущие угрозы инфекционных заболеваний.

## ЮБИЛЕИ

### **К 80-ЛЕТИЮ АЛИМА МАСГУТОВИЧА АЙКИМБАЕВА**



27 ноября 2025 г. отметит свой юбилей Алим Масгутович Айкимбаев., во многом повторившего путь своего отца, Масгута Айкимбаевича Айкимбаева, в честь которого назван Национальный научный центр особо опасных инфекций. После окончания лечебного факультета Алмаатинского государственного медицинского института в 1970-1972 гг. Алим Масгутович служил хирургом воинской части Сибирского военного округа. В августе 1972 года началась его трудовая деятельность в САНИПЧИ.

За годы более 50-летней трудовой деятельности он занимал должности младшего, старшего научного сотрудника, начальника отдела подготовки кадров, начальника производственного отдела, а в 1987 г. был назначен заместителем директора по науке САНИПЧИ, проработав в этой должности 22 года. В

2010-2015 гг. являлся заместителем директора Научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга МЗ РК. С 2016 г. Алим Масгутович является консультантом этого Центра.

В 1975 г. защитил кандидатскую, а в 1990 г. докторскую диссертацию на материале исследований по оборонной тематике СССР. В 1993 г. ему присвоено ученое звание профессора, а в 1996 г. он был избран действительным членом Академии профилактической медицины Казахстана. С 1993 г. А.М. Айкимбаев являлся экспертом НТС Мин. науки, членом и заместителем председателя Ученого совета МЗ РК, членом и зам. председателя диссертационного совета, членом группы по разработке концепции научно-технологического развития РК, членом комиссии по присуждению Государственных премий, членом Американской Ассоциации Биологической Безопасности, Американского общества микробиологов, Международного общества «Медицина путешествий». С 2007 по 2013 гг. являлся главным внештатным специалистом (эпидемиологом) Минздрава РК. В 2021 г. Алим Масгутович вернулся в ННЦОИ в качестве начальника отдела менеджмента научных программ. В настоящее время он работает главным научным сотрудником этого отдела.

Айкимбаев А.М. участвовал в противоэпидемических мероприятиях в 16 очагах чумы и 5 очагах холеры на территории Казахстана, Узбекистана, Киргизии, России. Научная деятельность Алима Масгутовича всегда была тесно связана с практикой. Им расшифрованы причины развития антибиотикоустойчивости бактерий чумы при использовании в схеме лечения больных гормональных препаратов (1985 г.), разработана новая схема лечения чумы, отмеченная Кембриджской номинацией Международный Человек Года 1992-1993. Предложенный им для профилактики холеры бактерицидный антисептик интетрикс предотвратил завоз этой инфекции в Казахстан в 1996 г., за что А. Айкибаеву была присуждена первая премия фармацевтической компании «Боффур Ипсен Интернасьональ» (Франция). За разработку геоинформационной системы и молекулярно-генетической дифференциации штаммов, руководимый им проект «Сибирская язва» был признан лучшим в СНГ и отмечен в 2007 г. памятной медалью МО США. Концепция эпидемиологического надзора при чуме в условиях ограниченного финансирования использовалась противочумными учреждениями в трудные годы для обеспечения эпидемиологического благополучия в

нашой республике. А.М. Айкимбаевым создана технология конструирования бактерий с заданными свойствами, получено два новых штамма с высокими иммуногенными свойствами, прошедшее комиссионное испытание МЗ СССР; разработаны новые методы диагностики и препараты с использованием гибридомной технологии и моноклональных антител, включенные в резерв защиты населения Российской Федерации. Перу Алима Масгутовича принадлежат свыше 400 научных работ, 22 монографии, часть из которых стали настольными книгами для работников санитарно-эпидемиологической службы. Широко используется для подготовки отечественных и зарубежных специалистов монография «Система биологической безопасности в Казахстане», изданная в 2015 г. при поддержке германской партнерской программы по обеспечению биологической защиты и охраны здоровья. А.М. Айкимбаев являлся участником грантовых тем Международных научных фондов ИНТАС, МНТЦ, «Коперникус», АФГИР (CRDF). В перечень стран, куда А. Айкимбаев выезжал в служебные и научные командировки, входят: Португалия, КНР, Франция, Дания, США, Швеция, ФРГ, Бельгия, Турция, Грузия, ОАЭ, Кыргызстан, Россия, Великобритания, Венгрия. Профессор А.М. Айкимбаев подготовил 10 докторов и 15 кандидатов медицинских и биологических наук, которые стали ведущими специалистами в области профилактики особо опасных инфекций. С 1997 года по настоящее время он преподает дисциплины по особо опасным инфекциям.

Дорогой Алим Масгутович, ваш огромный профессиональный опыт, умение труждаться с полной отдачей снискали Вам высокий авторитет и уважение. Важно, что своим опытом и профессиональными знаниями Вы щедро делитесь с подрастающим поколением. Ваш талант ученого и высокая требовательность служат примером для коллег, молодых ученых.

Для большинства сталкивающихся с вами людей Вы органически становитесь партнером, соратником или учителем. всегда добродушным, улыбающимся и жизнерадостным человеком, заряжающим позитивом друзей и соратников даже в самых грустных ситуациях.

У Вас счастливая судьба позитивного человека. Вы накопили и приумножили там, где многие другие - растратили и опустошились. Вы находили силы меняться, принимать новое.

Ничто не пропало даром, Вы тщательно искали золотники истинных ценностей в пустой породе ежедневной работы. И сегодня мы - богатые люди, ведь мы часть Вашей семьи и совместно используем Ваши накопления.

В день Вашего 80-летия хотелось пожелать, чтобы календарь с цифрами оставался условностью, ведь столько всего еще нужно сделать.

Всю свою яркую жизнь Вы отдаете знания, интеллект и талант своим ученикам и обществу. Будьте здоровы еще долгие годы! Пусть вам всегда сопутствуют успех, удача и надежные соратники. Желаем, чтобы дома царили любовь, покой и уют, понимание, поддержка и благополучие. Здоровья Вам и всего самого доброго!

**Коллектив ННЦОИ  
им. М. Айкимбаева**

**ПАМЯТИ  
ВРАЧА ТАЛДЫКОРГАНСКОЙ ПРОТИВОЧУМНОЙ СТАНЦИИ  
БЕЗВЕРХНЕГО АЛЕКСАНДРА ВИКТОРОВИЧА**



Безверхний Александр Викторович родился 21.08.1958г. в п. Бускуль Комсомольского района Кустанайской области в семье рабочих-целинников. В 1981г. окончил Карагандинский Государственный медицинский институт. Трудовую деятельность начал в СЭС Талды-Курганского района Талды-Курганской области врачом по гигиене труда (1981 г.), затем заведующим санитарно-гигиеническим отделом. С августа 1986 г. по декабрь 1988 г. находился на партийной работе: сначала инструктором Талды-Курганского райкома КП Казахстана, затем инструктором Талды-Курганского обкома КП Казахстана, где курировал вопросы здравоохранения и социального обеспечения области. При реорганизации партийных советских органов по личной просьбе был направлен в Талдыкоргансскую противочумную станцию, где с января 1989 г. работал врачом, а с мая 2004 года возглавлял лабораторию диагностики и профилактики

чумы. Кандидат медицинских наук (1995 г.). За время работы на станции показал себя высоко квалифицированным специалистом не только в вопросах бактериологии, которой непосредственно занимался, но и в вопросах эпидемиологии, смежных разделах санитарно-гигиенического профиля. Занимаясь изучением зоонозных инфекций на потенциально-очаговой и очаговой по чуме территории обосновал наличие в Алматинской области природных очагов ряда зоонозных инфекций. По результатам обследования территории Джунгарского Алатау в 1995 году защитил диссертацию на соискании ученой степени кандидата медицинских наук. В начале двухтысячных годов при его непосредственном участии были выделены культуры *Y. pestis*, и выявлен новый очаг чумы на территории Алматинской и Восточно-Казахстанской областей. Безверхний А.В. постоянно стремился к повышению уровня, как специальных, так и общеобразовательных знаний. Хороший организатор, способный к принятию самостоятельных решений и организации работы постоянных и временных противоэпидемических формирований в стационарных и полевых условиях. Аналитический склад ума, целеустремленность, умение обобщать полученные материалы, большая работоспособность позволяли ему заниматься научной работой и в стационарных, и в полевых условиях. Неоднократно принимал участие в республиканских и международных научно-практических конференциях. Он являлся автором более 50 печатных научных работ.

В коллективе всегда пользовался уважением сотрудников за работоспособность, добросовестность и порядочность.

Уходит поколение настоящих чумологов. Так распорядилась жизнь. Все, кто знал Александра Викторовича будут помнить его. А человек жив, пока жива память о нем.

Коллеги и друзья искренне скорбят по поводу его смерти и приносят свои соболезнования родным и близким.

**Коллективы ННЦООИ им. М. Айкимбаева  
и Талдыкорганской противочумной станции**

<b>МАЗМҰНЫ</b>	
<b>ЭПИЗООТОЛОГИЯ</b>	
<b>Сутягин В.В., Петров А.А., Ким И.Б., Наурызбаев Е.О.</b> БАЛҚАШ МАҢЫ ШӨЛДІ АВТОНОМДЫ ОБА ОШАҒЫНЫң АУМАҒЫНДА ЖАҢА ЭПИЗООТИЯЛЫҚ КЕЗЕҢДІҢ БАСТАЛУЫ ТУРАЛЫ МӘСЕЛЕ	3
<b>Сутягин В.В.</b> SIRDS - SIRDS ВЕКТОРЛЫҚ БЕРІЛУІ ЖӘНЕ МАУСЫМДЫЛЫҒЫ БАР ОБА ЭПИЗООТИЯСЫНЫң ДИФФУЗИЯЛЫҚ МОДЕЛІ	5
<b>Сүйніков Е.А., Гараева М.У., Орынбасаров Б.Е., Дошанов А.К., Бердімұрат С.А., Аслан.А.А.</b> БОЗОЙ ОБАҒА ҚАРСЫ КҮРЕС БӨЛІМШЕСІНІҢ ЗЕРТТЕУ АУМАҒЫНДА 2015-2024 ЖЫЛДАРЫ АНЫҚТАЛҒАН ЗООНОЗДЫ ТАБИФИ-ОШАҚТЫҚ ИНФЕКЦИЯЛАРҒА МОНИТОРИНГ ЖӘНЕ ОЛАРДЫң ОБА ҚОЗДЫРҒЫШЫНА ӘСЕРІ	16
<b>Сүйніков Е.А., Мукаева А.Б., Гараева М.У., Ермаганбетов А.А.</b> АСА ҚАУПТІ ЖҰҚПАЛЫ АУРУЛАРДЫң АЛДЫН АЛУДАҒЫ САНИТАРЛЫҚ АҒАРТУ ШАРАЛАРЫНЫң МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ	19
<b>БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУПСІЗДІК</b>	
<b>Савченко А. Ю., Камха М.М., Григорьева К.В., Делолио М. Ш., Шилова Н. В., Беседина Н. А., Миролюбова О. В.</b> ДӘРІЛІК ЗАТТАР ӨНДІРІСІНДЕГІ АЙҚАСПАЛЫ КОНТАМИНАЦИЯ ҚАУПШИ БАСҚАРУ	22
<b>ЭПИДЕМИОЛОГИЯ</b>	
<b>Абдел З.Ж., Жумадилова З.Б., Токмурзиева Г.Ж., Ковалева Г.Г., Мека-Меченко Т.В., Матжанова А.М., Абдирасилова А.А., Мусагалиева Р.С., Бегимбаева Э.Ж., Байтурсын Б.А., Абделиев Б.З., Есимсейт Д., Шаки Н., Өтебай Д., Диҳанбаев А., Салаватов А., Юсупов А. және Нурсеитов М.</b> ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ОБАҒА ҚАРСЫ КҮРЕС ҚЫЗМЕТІНІҢ АРНАЙЫ ЭПИДЕМИЯҒАҚАРСЫ ТОПТАРЫНЫң COVID-19-ДЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫ ЕҢГІЗУ ТӘЖІРИБЕСІ (2020–2021 Ж.Ж.)	31
<b>МЕРЕЙТОЙЛАР</b>	
<b>А.М. АЙКИМБАЕВТЫң 80 ЖЫЛДЫЛЫҒЫНА</b>	41
<b>ӘРПТЕСТЕРДІ ЕСКЕ АЛУ</b>	
<b>А.В.БЕЗВЕРХНИЙ</b>	43
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	
<b>ЭПИЗООТОЛОГИЯ</b>	
<b>Сутягин В.В., Петров А.А., Ким И.Б., Наурызбаев Е.О.</b> К ВОПРОСУ О НАЧАЛЕ НОВОГО ЭПИЗООТИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЛХАШСКОГО ПУСТЫННОГО АВТОНОМНОГО ОЧАГА ЧУМЫ	3
<b>Сутягин В.В.</b> SEIRDS-SEIRDS ДИФФУЗИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭПИЗООТИИ ЧУМЫ С ВЕКТОРНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ И СЕЗОННОСТЬЮ	5

Суйников Е.А., Гараева М.У., Орынбасаров Б.Е., Дошанов А.К., Бердімұрат С.А., Аслан А.А. МОНИТОРИНГ ЗООНОЗНЫХ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫХ ИНФЕКЦИЙ, ВЫЯВЛЕННЫХ НА ОБСЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ БОЗОЙСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ В 2015-2024 ГОДАХ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ВОЗБУДИТЕЛЯ ЧУМЫ	16
Суйников Е.А., Мукаева А.Б., Гараева М.У., Ермаганбетов А.А. ЗНАЧЕНИЕ САНИТАРНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ПРОФИЛАКТИКЕ ОСОБО ОПАСНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	19
<b>БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	
Савченко А. Ю., Камха М.М., Григорьева К.В., Делолио М. Ш., Шилова Н. В., Беседина Н. А., Миролюбова О. В. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ПЕРЕКРЕСТНОЙ КОНТАМИНАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ	22
<b>ЭПИДЕМИОЛОГИЯ</b>	
Абдел З.Ж., Жумадилова З.Б., Токмурзиева Г.Ж., Ковалева Г.Г., Мека-Меченко Т.В., Матжанова А.М., Абдирасилова А.А., Мусагалиева Р.С., Бегимбаева Э.Ж., Байтурсын Б.А., Абделиев Б.З., Есимсейт Д., Шаки Н., Отебай Д., Диханбаев А., Салаватов А., Юсупов А. және Нурсеитов М. ОПЫТ РАЗВЕРТЫВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ БРИГАД ПРОТИВОЧУМНОЙ СЛУЖБЫ КАЗАХСТАНА ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ МОНИТОРИНГЕ COVID-19 (2020–2021 ГГ.)	31
<b>ЮБИЛЕИ</b>	
К 80-ЛЕТИЮ А.М. АЙКИМБАЕВА	41
<b>ПАМЯТИ КОЛЛЕГИ</b>	
А.В.БЕЗВЕРХНИЙ	43
<b>CONTENT</b>	
<b>EPIZOOTOLOGY</b>	
Sutyagin V.V., Petrov A.A., Kim I.B., Nauryzbayev E.O. ON THE QUESTION OF THE BEGINNING OF A NEW EPIZOOTIC CYCLE IN THE TERRITORY OF THE BALKHASH DESERT AUTONOMOUS PLAGUE FOCUS	3
Sutyagin V.V. SEIRDS-SEIRDS DIFFUSION MODEL OF PLAGUE EPIZOOTICS WITH VECTOR TRANSMISSION AND SEASONALITY	5
Suindikov E.A., Garaeva M.Y., Orynbasarov B.E., Dochanov A.K., Berdimurat S.A., Aslan A.A. MONITORING OF ZOONOTIC NATURAL-FOCAL INFECTIONS IDENTIFIED IN THE SURVEYED TERRITORY OF THE BOZOY DEPARTMENT IN 2015-2024 AND ASSESSMENT OF THEIR IMPACT ON THE PLAGUE PATHOGEN	16
Suindikov E.A., Mukayeva A.B., Garayeva M.Y., Ermaganbetov A.A. THE IMPORTANCE OF SANITARY AND EDUCATIONAL INTERVENTIONS IN THE PREVENTION OF HIGHLY DANGEROUS INFECTIOUS DISEASES	19
<b>BIOLOGICAL SAFETY</b>	
Savchenko A.Y., Kamkha M.M., Grigorieva K.V., Delolio M.S., Shilova N.V., Besedina N.A., Mirolyubova O.V. MANAGING THE RISK OF CROSS-CONTAMINATION IN THE MANUFACTURE OF MEDICINES	22
<b>EPIDEMIOLOGY</b>	
Abdel Ziyat, Zhumaqilova Zauresh, Tokmurziyeva Gulnara, Kovaleva Galina, Meka-Mechenko Tatyana, Matzhanova Alma, Abdirassilova Aigul, Mussagalieva Raikhan, Begimbaeva Elmira, Baitursyn Bolatbek, Abduleyev Beck, Esimseit Duman, Shaki Nurbol, Otebay Dinmukhammed, Dikhanbaev Arnat, Salavatov Alisher, Yusupov Aisazhan and Nurseitov Meirzhan EXPERIENCE IN DEPLOYING SPECIALIZED ANTI-	31

EPIDEMIC TEAMS OF THE PLAGUE CONTROL SERVICE OF KAZAKHSTAN IN LABORATORY MONITORING OF COVID-19 (2020–2021)	
<b>ANNIVERSARIES</b>	
TO THE 80TH ANNIVERSARY OF A.M. AIKIMBAYEV	41
<b>IN MEMORY OF A COLLEAGUE</b>	
A.V. BUZVERKHNY	43

## **ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

Журнал «Особо опасные инфекции и биологическая безопасность» - преемник журнала «Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане» выходит два раза в год. В него принимаются статьи сотрудников медицинских организаций Казахстана и других стран по всем аспектам карантинных и зоонозных инфекционных, а также паразитарных болезней. Работы публикуются на языке оригинала (русский, казахский, английский). Рукописи должны соответствовать следующим требованиям:

1. Набор текста в редакторе Microsoft Word версии 6,0 и выше, формат А4, поля – 3 см слева, 1,5 см справа, 2 см снизу и сверху, шрифт Times New Roman, кегль 12, одинарный интервал между строками. Объем рукописей не должен превышать 15 страниц.

2. Рукописи присыпаются по электронной почте. Представление работ в электронном варианте **обязательно**. При направлении статьи по электронной почте ее название и авторский коллектив должны быть подтверждены сканированным письмом руководителя учреждения.

3. В рукописи приводятся индекс УДК и ключевые слова, **место работы и e-mail первого автора**, место работы остальных авторов; к ней прилагается резюме (50-100 слов) на языке оригинала и двух других языках издания (допускается представление резюме только на русском языке для последующего перевода в редакции; в этом случае дается перевод использованных узкоспециальных терминов на английский и казахский языки).

4. В оригинальных статьях обязательно указывается характер и объем первичных материалов, а также методика их получения и обработки.

5. Таблицы и рисунки (черно-белые или цветные) должны быть простыми, наглядными и не превышать размеров стандартной страницы А4 **в книжном формате**. Их располагают в тексте работы. Названия таблиц приводятся сверху, а подписи к рисункам снизу. Величина кегля шрифта подписей и обозначений в поле рисунка должна быть, как правило, не меньшего размера, чем кегль шрифта текста рукописи. Минимальный их кегль – 10. Диаграммы приводятся в тексте как вставной элемент Microsoft Excel, таблицы – только в Microsoft Word. Повторение цифровых данных в таблицах, рисунках и тексте не допускается.

6. В перечне использованной литературы желательны ссылки преимущественно на источники приоритетного или обобщающего характера. В тексте рукописи указывается номер источника по списку в квадратных скобках, а не фамилия автора и год.

7. В списке литературы (в оригинальных статьях – не более 25 источников, проблемных и обзорах – не более 60, кратких сообщениях – не более 10) приводятся работы отечественных и зарубежных авторов (желательно за последние 10 лет, в порядке упоминания в тексте (независимо от языка, на котором дана работа), а не по алфавиту).

8. Библиографическое описание приводится в следующем порядке: Ф. И. О. авторов (при количестве авторов более 4, приводят не более 3 фамилий), название работы, наименование сборника или журнала, город и издательство, год, номер выпуска, страницы. Ссылки на рукописные источники (диссертации, отчеты) нежелательны и допускаются только с указанием места их нахождения. Наличие транслитерированного (переведенного) списка литературы, следующего за русскоязычным списком.

9. Сокращения в тексте работ, кроме общепринятых, даются отдельным списком или расшифровываются при первом упоминании.

10. Латинские названия животных и растений при первом упоминании приводятся полностью; в последующем они употребляются в кратком варианте. В резюме, с учетом необходимости его перевода на другие языки, следует давать только латинские названия живых организмов.

**Редколлегия оставляет за собой право редакции и сокращения присланных работ без согласования с авторами, публикации их в виде кратких сообщений, а также отклонения рукописей, не соответствующих настоящим правилам.**

**Адрес редколлегии:** 050054, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. 050054, Казахстан, г. Алматы, Жахангир, 14, ННЦОИ им. М. Айкимбаева, тел. (8727) 2233821, e-mail: основной – nscedi@nscedi.kz (с пометкой статья в журнал).

Подписано в печать 10.09.2025 г.  
Отпечатано с оригинал-макета заказчика  
в типографии ТОО «Центр печати QALAM»  
Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би 286/4  
Формат издания 60×84 1/8  
Бумага офсет 80 г/м<sup>2</sup>. Усл. печ. л. 13,2  
Тираж 100 экз.