

## ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ

551.583:616-036.22:578.7

ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭПИДЕМИЙ  
ТРОПИЧЕСКИХ ВИРУСОВ

*Воробьев Александр Егорович*, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник РУДН, Россия, 109469, Россия, г. Москва, ул. Поречная, 27, корп. 1, кв. 56, e-mail: [fogel\\_al@mail.ru](mailto:fogel_al@mail.ru)

*Торобеков Бекжан Торобекович*, д.т.н., профессор, проектор по РиГЯ, КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044 Кыргызстан, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [bekjan2003@mail.ru](mailto:bekjan2003@mail.ru)

**Аннотация.** Раскрыта существующая связь распространения эпидемий с глобальными изменениями климата. Показано, что в ближайшие десятилетия, вследствие происходящих существенных геоэкологических изменений (в том числе, потепления глобального климата), наблюдаемых практически по всей Земле, произойдет осложнение эпидемиологической обстановки на большинстве территорий. Объяснен механизм влияния глобального потепления климата на рост инфекционных заболеваний людей. Описано влияние глобальных изменений температуры окружающей среды, а также рост количества осадков и влажности, на распространение насекомых и животных, являющихся переносчиками бактериальных и вирусных инфекций на северные территории.

**Ключевые слова:** Тропические бактерии и вирусы, эпидемии, глобальный климат, изменение, рост, распространение

GLOBAL CLIMATE CHANGE AND THE SPREAD OF  
THE EPIDEMICS TROPICAL VIRUSES

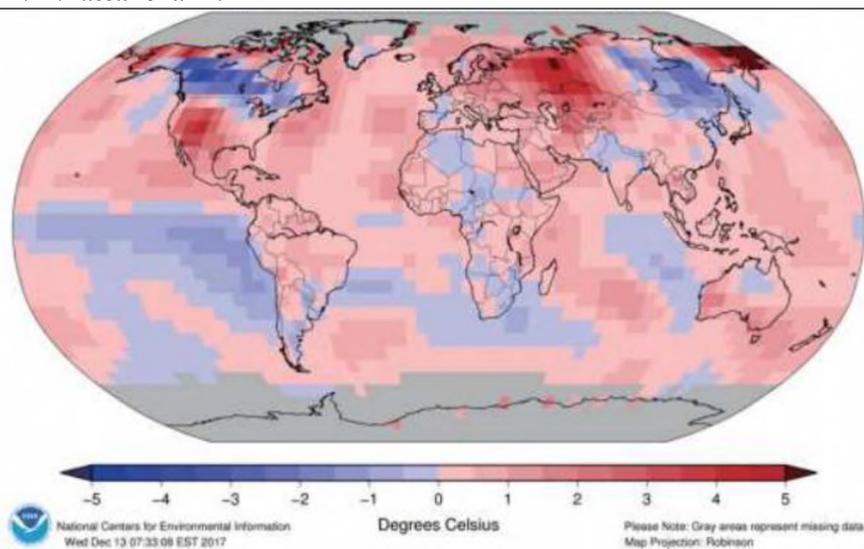
*Vorobiev Alexander Egorovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of RUDN University, Russia, 109469, Russia, Moscow, st. Porechnaya, 27, bldg. 1, apt. 56, e-mail: [fogel\\_al@mail.ru](mailto:fogel_al@mail.ru)

*Torobekov Bekzhan Torobekovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Projector for the Riga State Nuclear Plant, KSTU named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044 Kyrgyzstan, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: [bekjan2003@mail.ru](mailto:bekjan2003@mail.ru),

**Annotation.** The existing connection between the spread of epidemics and global climatic changes has been revealed. It is shown that in the decade the waterfalls of the global climate, coverage of the epidemiological situation in the territories. The climatic mechanism of global warming on the growth of human infectious diseases is explained. The influence of global changes in ambient temperature, as well as an increase in the amount of precipitation and insects, which are carriers of viral infections in the northern territory, are described.

**Key words:** Tropical viruses, epidemics, global climate, change, growth, spread

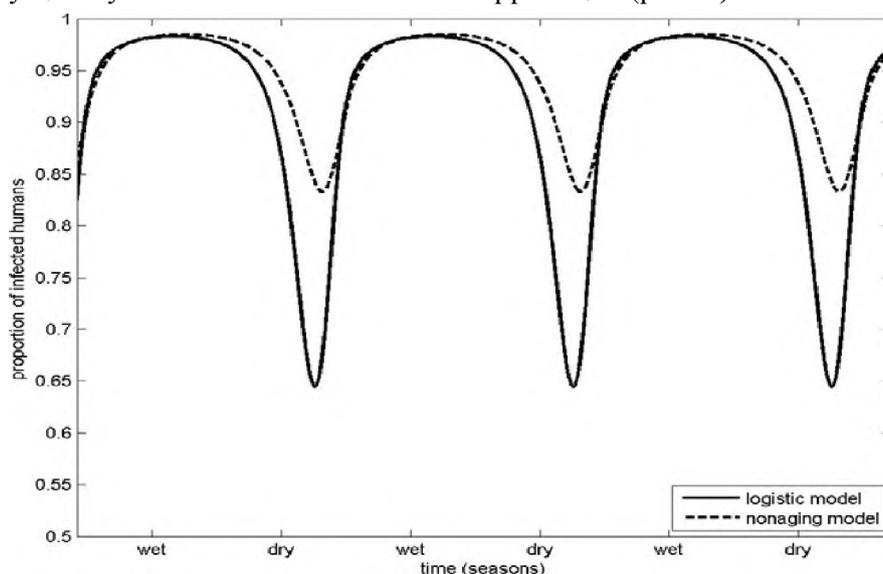
В ближайшие десятилетия происходящая экологическая деградация значительных территорий Земли, а также глобальное повышение температуры и увеличение количества экстремальных погодных явлений [1-7], могут существенно увеличить количество и степень угроз здоровью человека, создаваемые тропическими вирусами. Так, наблюдаемые изменения глобального климата (рис. 1) приведут к существенным изменениям окружающей среды, что обусловит большее число контактов диких животных, сельскохозяйственных культур, домашнего скота и людей с тропическими патогенами, к которым они имеют меньший иммунитет и, следовательно, в большей степени подвержены инфекционному воздействию.



**Рис. 1. Отклонение температуры суши и океана от среднего значения в ноябре 2017 г. (относительно базового периода 1981-2010 гг.) (по данным NOAA)**

Среди видов, затронутых такими изменениями, будут зараженные тропическими вирусами насекомые-переносчики (тропические комары, клещи и москиты), которые их передают, а также животные, которые в последующем также инфицируют людей (или потенциально способные это сделать). Более теплые и влажные условия окружающей среды могут улучшить условия их размножения, сделать пищу более обильной, а кроме того - повысить активность или продлить срок их жизни.

Так, из трудного опыта прошлых эпидемий (в частности, сезонность и климатическая зависимость гриппа были установлены многолетними трендами) известно, что глобальные изменения температуры, а также рост количества осадков и увеличение влажности могут иметь серьезные последствия для распространения тропических инфекционных заболеваний. Так, было установлено, что между малярией, холерой и менингитом и климатическими параметрами существует явная положительная корреляция (рис. 1).



**Рис. 1. Заболевание малярией в условиях гетерогенной окружающей среды [9]**

Осуществленные натурные исследования показали, что случаи заболевания малярией, связанные с повышением температуры окружающей среды, были четко взаимосвязаны (рис. 2).

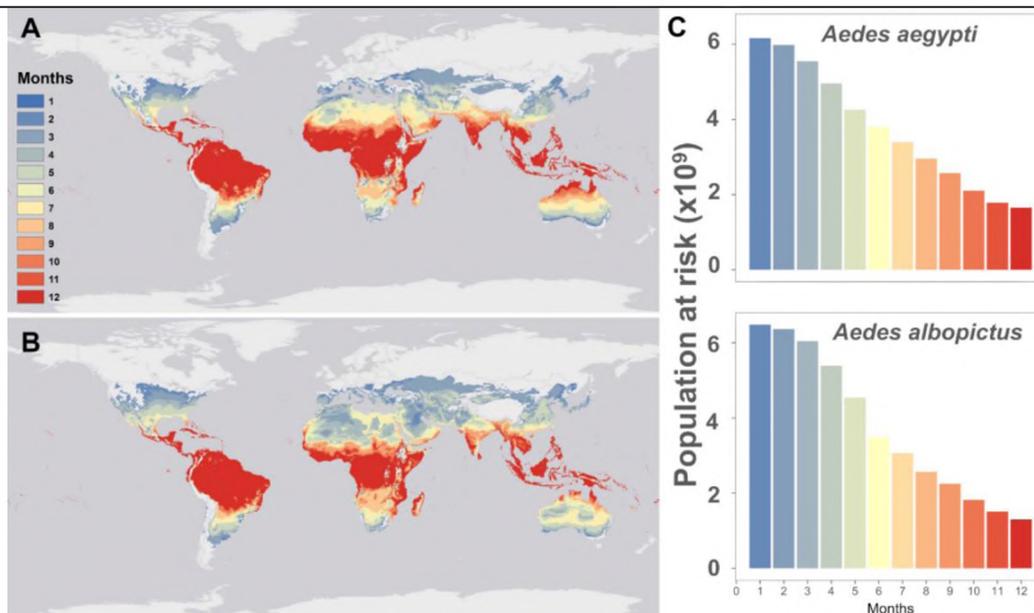


Рис. 2. Отображение текущей температуры, пригодной для передачи вирусной инфекции комарами [12]

В современных условиях глобального потепления климата наблюдается выраженное передвижение границ эпидемических ареалов на север. Это относится практически ко всем тропическим инфекционным заболеваниям – малярии, лихорадки Западного Нила, лихорадки Денге, Крымской геморрагической лихорадке и пр. В частности, в 2005 г. в Волгоградской области России среди местного населения было зарегистрировано 16 лабораторно подтвержденных случаев Крымской геморрагической лихорадки, 15 случаев лихорадки Западного Нила и 2 случая малярии.

В 18-19 веках Желтая лихорадка стала постоянной угрозой для населения американских городов, расположенных в нижнем течении р. Миссисипи. Так, например, летом 1878 г. на юге США произошла катастрофическая вспышка желтой лихорадки, инфекционного заболевания, передаваемого людям комарами *Aedes aegypti* [8]. В результате, около 100 тыс. человек заразились этой инфекционной болезнью и до 20 тыс. человек от неё погибли. По некоторым оценкам, экономические затраты от этой эпидемиологической вспышки достигали 200 млн. долл.

С 1793 по 1905 гг. было ещё 9 разрушительных эпидемий желтой лихорадки. Семь из них совпали с крупным океаническим течением Эль-Ниньо [8].

В настоящее время, около 2,5 млрд. человек, в основном проживающих в тропиках и субтропиках, подвергаются риску вирусного и бактериального заражения. Например, только в одной Танзании ежегодно регистрируется примерно 16 млн. случаев малярии и происходит от 100 тыс. до 125 тыс. случаев смерти из-за этой болезни из 34,5 млн. населения этой страны, а общее количество заболевших малярийной инфекцией в северном Судане составляет 15,19% от 29 млн. населения. Однако, из Африки, где в 2018 г. было зарегистрировано 228 млн. случаев заболевания малярии (тропической инфекции, убившей 435 тыс. человек), что составляет 94% от общего числа случаев в мире, переносчики тропических вирусных болезней перемещаются в новые регионы (особенно на высокогорные равнины Эфиопии и Кении) и далее на север - в Европу.

По мнению исследователей из университета Умео (Швеция), наблюдаемое глобальное повышение температуры существенно увеличит «сезонное окно» Европы для потенциального распространения тропических вирусных заболеваний, переносимых комарами и другими насекомыми, а также расширит географические районы, подверженные риску возникновения эпидемии денге (инфекционной болезни, вызывающий геморрагическую лихорадку), и включит в эпидемиологическую обстановку значительную часть Европы (рис. 3).

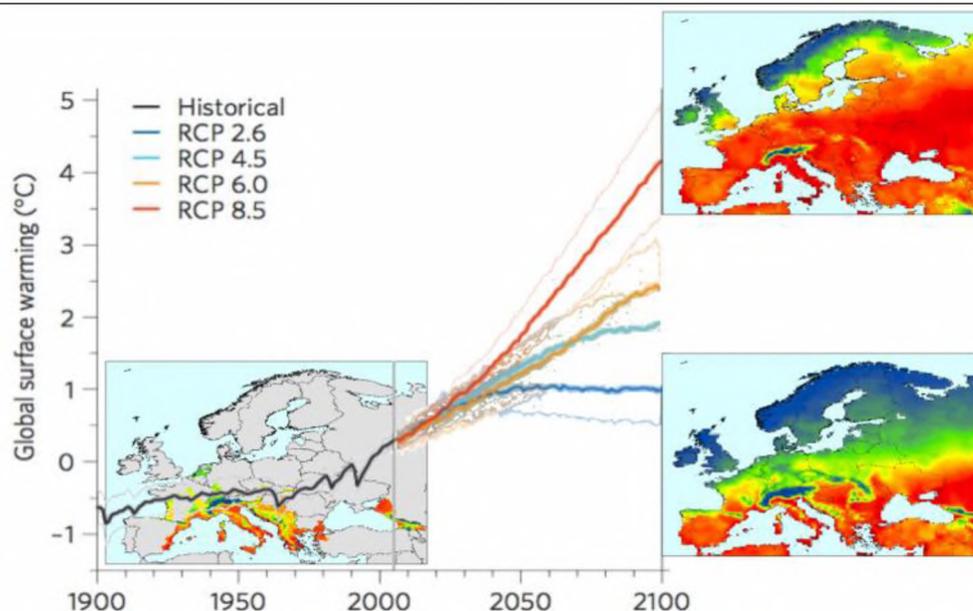


Рис. 3. Схема районов Европы с текущим потенциалом эпидемии денге (от комаров *Aedes*)

Карта в правом верхнем углу показывает будущий потенциал эпидемии денге при существенном глобальном потеплении климата. На карте в правом нижнем углу показан будущий потенциал эпидемии денге при более мягком потеплении климата

Так, уроженец Юго-Восточной Азии, тигровый комар (*Aedes albopictus*) - переносчик денге, чикунгунья и Зика, ещё в первое десятилетие XX в. прибыл в южную Европу и с тех пор быстро продвигается на её север, в Париж и за его пределы. Кроме того, в Европе появился еще один комар-переносчик денге, *Aedes aegypti* (рис. 4).



Рис. 4. Личинки комара *Aedes aegypti*

Исследователи университета Умео утверждают, что комары *Aedes*, вероятно, приживутся на территории Европы в массовом порядке и на постоянной основе. Исторически, незначительные колонии комаров *Aedes*, присутствовали на некоторых заболоченных территориях многих европейских странах еще в первой половине 1900-х годов. Кроме того, переносчик денге (комары *Aedes aegypti*) недавно был зарегистрирован в Грузии и на юге России. Текущие наблюдения показывают, что вторичный переносчик лихорадки денге, комары *Aedes albopictus*, уже присутствуют в большей части Южной Европы и даже на её севере (вплоть до Нидерландов).

Географическая экспансия комаров *Aedes* (как переносчиков тропических вирусов) на высокие широты (северные территории) является серьезной проблемой для здоровья людей во всем мире. Так, к концу XXI в., в следствие расширения ареалов проживания тропических комаров, происходящее из-за глобального потепления, может пострадать до миллиарда человек.

Эксперты считают, что теплая зима, за которой последовало жаркое лето в 1999 г., в

результате сложной сети экологических изменений, вызвала в центрально-атлантических штатах США эпидемиологические вспышки передаваемого комарами вируса Западного Нила.

Осуществленный анализ эпидемий гриппа в США в период с 1997 по 2013 гг. показал [8], что теплые зимы приводят к более ранним и более серьезным эпидемиям гриппа в следующем за ними году. Кроме того, мягкие зимы могут снизить «коллективный иммунитет», т.к. в таком случае меньше людей заражаются вирусом. Это облегчает распространение его мутирующих штаммов в следующем году, что приводит к более серьезным эпидемиологическим вспышкам.

Также было установлено [8], что быстрые колебания температуры (характерные для глобального потепления) ухудшают существующую способность иммунной системы человека бороться с респираторными инфекциями.

В конце 1999 - начале 2000 г. ученые из г. Лос-Сантоса (Панама) выявили первые в Центральной Америке случаи хантавирусного легочного синдрома. Это потенциально смертельное заболевание легких является зоонозом, вызываемым вирусом, который содержится в слюне, моче и кале грызунов. В отчете журнала *Emerging Infectious Diseases* вину за эту вспышку возлагается на двух-трехкратное увеличение количества атмосферных осадков в г. Лос-Сантосе в сентябре и октябре 1999 г., что привело к резкому увеличению численности грызунов.

Избыточные атмосферные осадки также могут способствовать распространению энтеровирусов, ежегодно поражающих миллионы людей во всем мире [8]. При этом учитывается, что люди передают энтеровирусы (включая полиовирус, вирус Коксаки и эховирус) друг другу, как правило, фекально-оральным путем. А изменение глобальные климата может вызвать внезапные наводнения на суше и в результате - выбросить сточные воды населенных пунктов в гидросферу. Когда это происходит, то некоторые из этих вирусов смогут, например, заражать морских и речных моллюсков [8], что приводит к более высокому уровню заболеваемости людей.

Так, анализируя связь между течением Эль-Ниньо и случаями диареи среди детей в возрасте до 5 лет на северо-востоке Ботсваны, а также в Бангладеш, Китае, Перу и Японии, ученые установили, что изменение условий Эль-Ниньо (запаздывающие на 0–7 месяцев) оказались связанными с 30-% увеличением заболеваемости диареей в начале сезона дождей (с декабря по февраль). Это обусловлено тем, что возникающие сильные ливни загрязняют питьевую воду, смывая вызывающие диарею патогены с пастбищ и жилищ в источники питьевой воды.

Кроме того, было установлено (табл. 1), что 3 передаваемых через питьевую воду инфекционных заболеваний (энтеровирусная инфекция, вирусный гастроэнтерит и шигеллез) оказались связаны с положительными летними значениями индекса Северо-атлантическими колебаниями климата (период влажного климата), тогда как брюшной тиф коррелировал с отрицательными значениями САК в северной Европе и его положительные значения на юге Европы (период сухого климата).

Осуществленные исследования показали, что изменчивость глобального климата обладает прямым влиянием на количество патогенов (на их выживание за пределами хозяина и распространение). Также изменчивость глобального климата может воздействовать на них и косвенно, воздействуя на другие факторы, влияющие на вероятность передачи вирусной инфекции (например, через изменения в социальном поведении людей).

## Инфекционные заболевания и их возбудители, основные пути передачи и влияние климата [10]

Инфекционное заболевание	Агент	Пути передачи	Влияние климата на передачу
Аденовирус	РНК вирус	Переносимый по воздуху	Корреляция между аденовирусными инфекциями и осадками в Бразилии
Корь	РНК вирус	Переносимый по воздуху	Число случаев инфицирования увеличилось с отрицательными значениями САТ в Англии и Уэльсе
Менингит (вирусный)	РНК вирус	Переносимый по воздуху	Вспышка вирусного менингита после явления Эль-Ниньо в Джибути
Ку-лихорадка	Бактерия	Переносимый по воздуху	Влажная почва снижает риск заражения Q-лихорадкой в Нидерландах
Туберкулез	Бактерия	Переносимый по воздуху	Сезонный тренд эпидемий в Испании с более высокой заболеваемостью летом и осенью
Энтеровирус	РНК вирус	Водный	Повышенное присутствие энтеровирусов в результате сильных дождей, связанных с Эль-Ниньо, в устье реки Флорида
Гастроэнтерит - вирусный	РНК вирус	Водный	Высокая температура и низкая влажность увеличивают заболеваемость ротавирусной диареей в Дакке
Брюшной тиф	Бактерия	Водный	Повышенная температура и осадки связаны с увеличением заболеваемости в Непале
Эпидемическая нефропатия (хантавирусная инфекция)	РНК вирус	Переносимый по воздуху	Увеличение заболеваемости с увеличением количества осадков, связанных с сильным Эль-Ниньо в США
Туляремия	Бактерия	Грызуны	Высокие летние и осенние температуры, за 1-2 года до возникновения NE, связаны с высокой заболеваемостью NE в Бельгии
		Переносимый живым организмом	Повышение на 2° C среднемесячных летних температур, связанное с увеличением продолжительности вспышек в Швеции Высокое число случаев туляремии у людей 2 года спустя в Швеции
Гепатит А	РНК вирус	Пищевой	Выживаемость вирусов увеличивается при пониженных температурах и солнечном свете (ультрафиолете) в США Увеличение числа случаев более теплых и засушливых условий, связанных с явлением Эль-Ниньо в Австралии

Инфекционное заболевание	Агент	Пути передачи	Влияние климата на передачу
Шигеллез	Бактерия	Пищевой	Отсутствие связи между заболеваемостью и САТ
Campylobacter	Бактерия	Пищевой	В странах Европы и Северной Америки с более мягкими зимами пик заражения отмечается в начале года. Пик заражения связан с высокими температурами 3 месяца назад
Трихинеллез	Нематода	Пищевой	Более теплые температуры и более длинное лето увеличивают количество циклов размножения паразитов и приводят к увеличению продолжительности летнего сезона охоты в арктических регионах

В результате изменения глобального климата, в период с 1950 по 2008 гг., количество зарегистрированных вспышек инфекционных заболеваний в Европе значительно увеличилось (рис. 5).

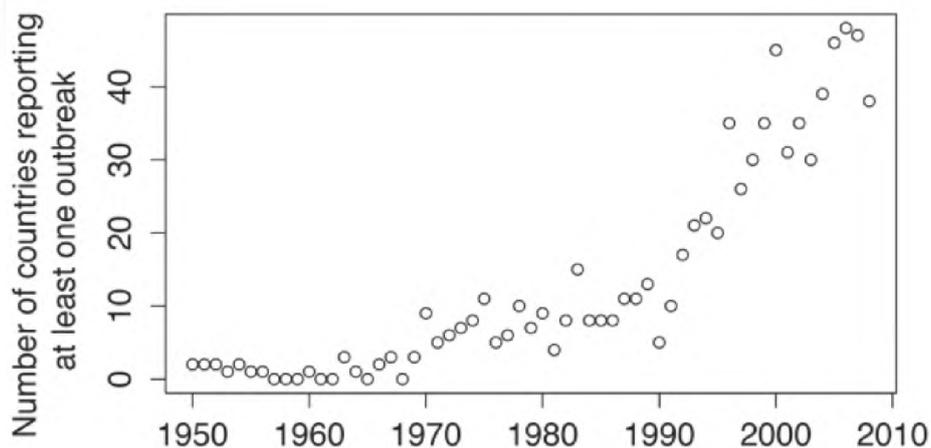


Рис. 5. Динамика увеличения инфекционных вспышек в Европе [10]

Кроме того, в распространении эпидемий важную роль играют ряд дополнительных факторов [11,13]: увеличившееся распространение дождевых осадков, расширение площадей орошаемого земледелия, строительство новых городских поселений без надлежащих дренажных систем, приток беженцев, недостаточное их снабжение необходимыми лекарствами.

Таким образом, климатические колебания оказывают непосредственное влияние на эпидемиологию многих трансмиссивных болезней. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения из-за изменений глобального климата, по крайней мере, 30 инфекционных болезней появились вновь или возобновились с 1975 г. Поэтому сезонные прогнозы температуры и количества атмосферных осадков могут принести важные общественные выгоды, особенно для прогнозирования, контроля и предотвращения вирусных эпидемий, весьма чувствительных к изменениям климата и погоды, т.к. это позволяет вовремя (в периоды повышенного риска) усилить меры контроля общественного здравоохранения, чтобы снизить количество возможных инфекционных заболеваний и смертности среди населения.

## Литература

1. Воробьев А.Е., Воробьев К.А., Мадаева М.З., Хаджиев А.А. Атмосферный геоинжиниринг в предотвращении чрезвычайных ситуаций. Грозный. Спектр. 2020. 126 с.
2. Воробьев А.Е., Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальное изменение климата. Ч. I. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 442 с.
3. Воробьев А.Е., Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальное изменение климата. Ч. II. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 468 с.
4. Воробьев А.Е., Чекушина Е.В., Трусенко С.С. Основные пути стабилизации климата на планете // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 2, 2001. – С. 171-175.
5. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Глобальные климатические изменения и управление ими // IV Международная конференция «Участие молодых ученых, инженеров и педагогов в разработке и реализации инновационных технологий. – М.: МГИУ, 2003. – С. 471-476.
6. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Проблема глобального изменения климата и пути ее решения // Тезисы докладов II Международного координационного совещания “Кислород и окружающая среда”, Tallin: WOF, 2003. – С. 7.
7. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В. Пути решения глобального изменения климата // Тезисы докладов Третьей Туапсинской международной научной конференции «Вулканизм, биосфера и экологические проблемы». – Туапсе, 2003. – С. 89-91.
8. Как изменение климата может повлиять на распространение вирусов? // <https://www.medicalnewstoday.com/articles/how-might-global-warming-influence-the-spread-of-viruses>.
9. Новосельцев В.Н., Михальский А.И., Новосельцева Ж.А. Учет старения переносчиков при моделировании эпидемий // Труды Первой международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем MLSD '2007". М., ИПУ. 2007. С. 145-152.
10. Morand S., Owers, K., Waret-Szkuta A. et al. Climate variability and outbreaks of infectious diseases in Europe. *Sci Rep* 3, 2013. P. 1774.
11. Rasha A. Aal, Ayman A. Elshayeb. The Effects of Climate Changes on The Distribution and Spread of Malaria in Sudan // *American Journal of Environmental Engineering*. N 1(1). 2011. Pp. 15-20.
12. Sadie J. Ryan, Colin J. Carlson, Erin A. Mordecai, Leah R. Johnson. Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change // <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007213>.
13. Воробьев А.Е. Особенности современной нефтедобычи / А.Е. Воробьев, О.Ш. Шамшиев, Аль-Кубайси Делал Саад Мухаммед // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова – 2019- №50- часть 2- С.84-91.