

---

## РИСКИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЩЕРБОВ

Л.В. Сорокин

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Макляя, 6, Москва, Россия, 117198

Экономическая эффективность метода изменения погодных условий и создания искусственных осадков во время экстремальных погодных явлений явно недооценена. Направление искусственных дождей в водосборы дамб может во время засух решить проблему водоснабжения городов. Направление искусственных дождей в сельскохозяйственные районы эффективно для минимизации последствий засух. Эффективность применения метода изменения погодных условий в Малайзии во время экстремальной засухи (14 июня — 23 июля 1998 г.) составила более 2 раз. Воздействие искусственных осадков на лесные пожары позволило уменьшить число очагов пожаров в 5,2 раза за два дня. Наиболее эффективной тактикой для сокращения числа лесных пожаров является уменьшение индекса пожарной опасности путем увеличения объемов искусственных осадков в заданном районе. Изменение погодных условий может быть применено для снижения концентрации смога и гари от пожаров, а также для проветривания обширных пространств.

**Ключевые слова:** изменение климата, экстремальные погодные явления, экономические потери, изменение погодных условий, искусственные осадки, дамба, водоснабжение, засуха, лесные пожары, смог, гарь, проветривание.

Изменение климата имеет четыре основные составляющие: изменение температуры, изменение величины осадков, повышение уровня моря и экстремальные погодные явления [1]. Основы физической теории изменения климата базируются на сложной теории и математических моделях, включая междисциплинарные исследования. В соответствии с результатами моделирования в краткосрочной перспективе мы стоим перед глобальным потеплением [2]. Потепление климата приводит к увеличению климатических аномалий и росту (более 2 раз за 10 лет) числа экстремальных погодных явлений. В связи с этим увеличивается экономический ущерб и возрастают риски.

Однако в ряде регионов рост средней температуры и увеличение числа экстремальных погодных явлений происходит очень быстро. Вместе с изменением объемов выпадающих осадков это приводит к серьезным засухам и наводнениям. В случае быстрых климатических изменений мы можем столкнуться с высокой стоимостью антикризисных мер и несоответствием старой инфраструктуры новым климатическим условиям.

Влияние изменения климата на экономику подробно описано в работе Николас Стерн [3], в которой автор произвел оптимистичный и пессимистичный анализы экономических потерь и рисков от изменения климата и предложил эквивалент потерь минимум от 5% и до 20% соответственно от роста внутреннего продукта за каждый год.

Экстремальные проявления климата могут быть периодическими, долговременными или иметь ограниченную продолжительность во времени. В случае долговременных изменений климата возможно формирование программ для адаптации

к новым условиям. Однако экстремальные погодные явления часто соответствуют периодическим или краткосрочным изменениям климата и происходят неожиданно, что приводит к существенным экономическим потерям.

В ряде случаев основной экономической ущерб от экстремальных погодных явлений (торнадо, тайфуны, наводнения, засухи, лесные пожары) носит локальный характер во времени и пространстве. Из этого списка можно выделить последние три группы, для которых возможна оптимизация ущербов. Основными характеристиками этих событий являются географическая обособленность, небольшая продолжительность, ограниченная глубина и наличие технологий для снижения экономических потерь.

Естественно, невозможно повлиять на климат и его периодические погодные изменения с экстремальными погодными явлениями. Однако в определенных случаях возможно срезать пики дефицита воды за счет диверсификации водных ресурсов и минимизировать тяжесть последствий от экстремальных погодных условий.

Связь между изменением климата и его влиянием на водные ресурсы описана в докладе Межгосударственной комиссии по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change — IPCC) [4]. Прогнозируемые изменения климата вместе с влиянием засух на дефицит водных ресурсов могут привести к росту экономических потерь в водоснабжении, промышленности, сельском хозяйстве, туризме, здравоохранении и т.д. Одним из возможных решений данной проблемы является изменение погодных условий и искусственные осадки для целей водоснабжения и сельского хозяйства.

Состояние и перспективы регулирования погодных условий в XX в. уже обсуждались в нашей статье в 2000 г. [5]. Существуют различные методы изменения погодных условий, в частности засев облаков, воздействие на них электрических и электромагнитных полей. Все методы узкоспециализированные, разрабатывались под определенные погодные условия и имеют большое число технологических ограничений.

Метод изменения погодных условий автор успешно применил в России (1989—1997, Московская область) и в других местах — от экватора (1998, Малайзия) до полярного круга (1999, Республика Саха, Полярный). Основным достижением примененного метода является стабильность его функционирования в широком диапазоне параметров: температура от  $-20$  до  $+38$  °С, влажность от 30 до 80%, высота над уровнем моря до 2000 м. Метод изменения погодных условий использовался для проветривания обширных пространств, формирования облаков, сопровождения облака на расстоянии до 600 км, наведения облака в район водосбора дамбы и провоцирования из него осадков.

В этой работе дан анализ эффективности метода изменения погодных условий для минимизации экономических ущербов от экстремальных погодных явлений.

**Эксперимент в Московском регионе.** Экспериментальное подтверждение возможности создания искусственных осадков внутри глубокого антициклона в засушливый период было получено во время эксперимента в Московском регионе.

15 октября 1996 г. был проведен эксперимент в 5 км от города Обнинска Калужской области. Целью проведенной работы была оценка эффективности искусственного усиления осадкообразующих процессов в заданном районе. Дождевая туча полностью сформировалась на третий день. Через четверо суток в этом регионе прошли обложные осадки (более 30 мм), продолжавшиеся неделю. Осадки выпали пятном с удалением от центра проведения эксперимента в 150 км. Данный факт зафиксирован наблюдениями метеорологических станций и на карте выпадения осадков (10—21 октября 1996 г.), предоставленной Гидрометцентром России. Кольцевая область выпадения осадков на карте закрашена зеленым цветом, при этом за данный период других значительных осадков на территории Российской Федерации не наблюдалось. Процесс нормализации погодных условий после данного эксперимента составил около 10 дней.

**Экономические потери от засух.** Климатическая аномалия Эль Ниньо может многократно усилить глубину засухи, что регулярно происходило в периоды 1982—1983, 1994 и 1997—1998 гг. За весь период наблюдений экстремальной засухи 1997 г. был самым тяжелым по последствиям от лесных пожаров, особенно для тропических и субтропических стран. От засухи, спровоцированной Эль Ниньо, пострадали многие страны мира (Индонезия, Бразилия, Малайзия, Сингапур, Австралия) и регионы Юго-Восточной Азии, Тихого океана, Латинской Америки и Африки. Катастрофические пожары в джунглях и лесах Индонезии произвели огромное облако смога и гари, которое накрыло Малайзию, Сингапур и дошло до Австралии. Облако было настолько плотным, что его было видно на снимках из космоса. Особенно пострадала Малайзия от гари пожаров на территории Индонезии. Малазийцы испытывали серьезные проблемы со здоровьем (легочные и сердечные заболевания), а школы и предприятия были временно закрыты. Заводы по выпуску электронных схем, процессоров и памяти для компьютеров были закрыты из-за плохого качества воздуха, критичного для производства.

Авторитетное экономическое исследование [6; 7] ущербов от пожаров в Индонезии и гари от них за 1997 г. было проведено Программой по экономике и окружающей среде для Юго-Восточной Азии совместно с Всемирным фондом дикой природы. Основной вывод исследования: «Экономический ущерб составил 4,47 миллиардов долларов, это самый большой ущерб, причиненный Индонезией самой себе. Эта цифра не включает ущербы, которые невозможно выразить в денежном выражении, такие как гибель людей, долгосрочное влияние на здоровье и потери биологических видов. Тем не менее эти огромные ущербы вполне реальны и ощутимы для многих жителей региона». Среди них потери Индонезии от пожаров составили 2787,9 млн долл. и потери от смога и гари — 1012 млн долл. Потери других стран от пожаров составили 285,5 млн долл. и от смога и гари — 384,1 млн долл.

Экономический ущерб Малайзии от засухи и гари за 1997 г. составил 794,3 млн RM (1) (не включая расходы на борьбу с огнем), среди них: ущерб здоровью — 20,1 млн RM; потери промышленного производства — 393,5 млн RM; туризм — 318,5 млн RM; потери аэропортов и авиакомпаний — 0,5 млн RM; сокращение рыбоводства — 40,6 млн RM; засев облаков — 2,1 млн RM. Общие потери Малайзии за 1997 от засухи и гари оцениваются в 1,4 млрд долл. [8].

Экономический ущерб в 1998 г. был сопоставим с ущербом за предыдущий год. В отчете Хети Хавати с соавторами на конференции «Адаптация тропических лесов к изменению климата» дана усредненная оценка экономического ущерба в регионе от засухи и пожаров за период 1997—1998 гг., которая составила 9158 млн долл.

**Искусственные дожди для целей водоснабжения и сельского хозяйства.** Климатическая аномалия Эль Ниньо и катастрофическая засуха продолжались и в 1998 г. Непосредственно в это время автор был приглашен принять участие в работе исследовательской группы Малайзии (апрель, июнь—июль 1998 г.) по климатологической экспертизе и изменению погодных условий. Работы проводились фирмой «Био Куре» по заказу правительства Малайзии.

Для водоснабжения города в близлежащем высокогорном месте сооружается дамба. Место строительства дамбы зависит от расстояния до города и от формы водосбора. Во время периода интенсивных дождей дамба наполняется водой, накапливая необходимый ее запас. Позже, в засушливый период, запасенная вода используется для водоснабжения города. Обычно запаса воды в дамбе достаточно для необходимого водоснабжения во время засухи продолжительностью в один год. Однако во время более продолжительной засухи уровень воды в дамбе может упасть до уровня критической отметки и тогда водоснабжение прекращается. Именно это и случилось в Малайзии в 1998 г., когда дожди отсутствовали или были редки.

В 1998 г. столица Малайзии Куала Лумпур получала воду из дамб: Лангат, Семених, Каланг Гейтс и Тасик Субант. Наиболее крупные из них — Семених и Лангат — являются основными поставщиками воды для города Куала Лумпур. С 14 июня по 23 июля 1998 г. уровень воды во всех дамбах находился на уровне критической отметки, и водоснабжение города Куала Лумпур было сокращено до нескольких часов в день.

Основной целью данного исследования была апробация метода изменения погодных условий во время экстремальной засухи в Юго-Восточной Азии и подтверждение коммерческой эффективности данного метода. Другими целями были поиски пути восстановления водоснабжения и минимизация потерь от смога и гари, вызванных пожарами на островах Суматра и Калимантан.

Изменение погодных условий очень эффективно для формирования дождевых облаков. Направление искусственных дождей в водосборы дамб во время засух может решить проблему водоснабжения городов. Направление искусственных дождей в сельскохозяйственные районы и лесные массивы эффективно для минимизации последствий засух. Дожди и грозы очищают воздух от смога и гари от пожаров, в результате характеристики воздуха становятся лучше.

Эксперименты по изменению погодных условий проводились по всему Малазийскому полуострову в различных климатических зонах, а также в районах водосборов дамб города Куала Лумпур. Была проведена серия из 14 экспериментов в 8 различных местах Малайзии.

Во время проведения экспериментов в Малайзии по созданию искусственных осадков (июнь—июль 1998 г.) проводился мониторинг мест проведения работ и собиралась информация: об уровне воды и расходе воды в дамбах; данные

Метеорологической службы Малайзии; данные Метеорологической службы Сингапура; композитные спутниковые изображения (облачность, влажность, пожары, дым).

На момент проведения экспериментов Метеорологическая служба Малайзии располагала 33 метеорологическими станциями, 99 климатическими станциями и 142 станциями по измерению атмосферных осадков. Метеорологические станции передавали информацию каждые 1—3 ч. Климатические станции передавали информацию каждые 12 час. или ежедневно.

Кроме того, Малайзия располагала восемью станциями по измерению вертикального профиля атмосферы, семью метеорологическими радарными штормового предупреждения, пятью станциями приема и обработки спутниковых изображений и системой регистрации разрядов молний (LDN). Правительственный эксперт по молниям предоставлял необходимую информацию по разрядам молний над территорией Малайзии.

В экспериментах по изменению погодных условий эффективность создания искусственной дождевой облачности зависит от места и погодных условий. Некоторые из облаков, сформированных над Малазийским полуостровом, продолжали производить осадки еще 2—4 дня и уходили на расстояние 600 км и более. Время, необходимое для нормализации погодных условий в районе экватора, составляло от одной до двух недель и зависело от объема осадков, скорости ветра, температуры и цикла испарения.

С июня по июль 1998 г. уровень воды в дамбах находился на уровне критической отметки в связи с тем, что вся вода, собранная в водосборе, полностью поставлялась потребителю. Благодаря этому факту удалось оценить производительность дамб (общая производительность дамбы / общий объем осадков) за 40-дневный период с 14 июня по 23 июля 1998 г. Дамба Лангат производила 30,659 млн л воды на каждый выпавший миллиметр осадков в ее водосборе. Дамба Семених производила 71,507 млн л воды на каждый выпавший миллиметр осадков в ее водосборе. В этом балансе не учитывался объем воды, впитавшейся в почву водосбора.

В восьми экспериментах в пяти местах было попадание осадков в водосборы дамб: Фрейзер Хилл (14 июня 1998); дамба Улу Лангат (20 и 21 июня 1998); Улу Лангат, Куала Келаванг (4 и 5 июля 1998); Готхонг Джая, Гетинг Хайлендз (10 и 12 июля 1998); Букит Киара, Куала Лумпур (19 июля 1998).

Шесть других экспериментов в трех местах не были использованы для данного анализа, так как не было попадания осадков в водосборы дамб. В эксперименте Джанда Баик (6 и 9 июня 1998 г.) отсутствовали данные по дамбам. В эксперименте Улу Ям (27, 28 и 30 июня и 1 июля 1998 г.) сильный дождь прошел в районе Фрейзер Хилл на большом расстоянии от дамбы из-за направления ветра. Эксперимент Гунунг Рая, Лангкави (16 июля 1998 г.) проводился на расстоянии около 800 км от дамб, и дождь прошел над островом Лангкави вдали от дамбы.

Анализ производительности дамб Семених и Лангат, основных поставщиков воды для города Куала Лумпур (табл. 1, табл. 2), основан на данных производительностей дамб и величине осадков в районе их водосборов за период 40 сут. (с 14 июня по 23 июля 1998 г.).

Таблица 1

**Производство воды и величина осадков для дамбы Лангат**

С 14 июня по 23 июля 1998 г.	Величина осадков в районе водосбора (мм)	Производство воды (млн л)	%
В день эксперимента по изменению погодных условий (8 экспериментов)	127,0	3 893,69	37,61
На следующий день после эксперимента по изменению погодных условий (в 6 случаях)	58,7	1 799,68	17,38
Все оставшиеся 26 сут.	152,0	4 660,17	45,01
Всего за 40 сут.:	337,7	10 353,54	100,00

Источник: составлено автором.

Таблица 2

**Производство воды и величина осадков для дамбы Семених**

С 14 июня по 23 июля 1998 г.	Величина осадков в районе водосбора (мм)	Производство воды (млн л)	%
В день эксперимента по изменению погодных условий (8 экспериментов)	62,8	4 490,64	24,13
На следующий день после эксперимента по изменению погодных условий (в 6 случаях)	67,3	4 812,42	25,85
Все оставшиеся 26 сут.	130,2	9 310,21	50,02
Всего за 40 сут.:	260,3	18 613,27	100,00

Источник: составлено автором.

Данные по объему осадков в районе водосбора собираются метеорологическими станциями дамб за сутки. Так как дожди во время экспериментов по изменению погодных условий начинались с вечера и продолжались за полночь, а иногда и до утра, метеорологические станции дамб регистрировали осадки и в день эксперимента, и на следующий день после него. Во время описанных выше восьми экспериментов в шести случаях были зафиксированы осадки в водосборах дамб на следующее сутки после эксперимента. Для анализа производительности дамб во время экспериментов по изменению погодных условий были использованы данные за 14 сут., а для сравнения использовались оставшиеся 26 сут.

Из таблицы 1 следует, что производительность дамбы Лангат в дни экспериментов по изменению погодных условий и на следующие сутки после них составляет 54,99%, а в оставшиеся 26 сут. — 45,01%. Аналогичный результат получен в табл. 2. Производительность дамбы Семених в дни экспериментов по изменению погодных условий и на следующие сутки после них составляет 49,98%, а в оставшиеся 26 сут. — 50,02%.

Интервал в 14 сут., затронутый экспериментами по изменению погодных условий, составил 35% от полного периода в 40 сут.

Объем воды, поставленный в город Куала Лумпур из дамб Семених и Лангат за 14 сут., затронутых экспериментами по изменению погодных условий,

составил 14 996,44 млн л, или 51,77% от общего объема за период в 40 сут. (с 14 июня по 23 июля 1998 г.). Следовательно, эксперименты по изменению погодных условий во время экстремальной засухи в Малайзии с 14 июня по 23 июля 1998 г. дали (только в дамбах) двукратное (!) увеличение объема полученной воды.

**Эксперимент Фрейзер Хилл.** В качестве примера рассмотрим эксперимент по изменению погодных условий, формированию искусственной облачности и провоцированию осадков из нее 14 июня 1998 г., проведенный нами в высокогорной местности Фрейзер Хилл. Сформированное искусственное облако хорошо видно на спутниковом изображении (08:03 GMT, 14/06/1998, MSS). Это облако произвело грозу и сильный дождь. Искусственная природа данного облака ясна благодаря сравнению двух спутниковых изображений утром (00:30UTC 14/06/1998, MSS) и днем (08:03 GMT, 14/06/1998, MSS). Утреннее изображение не имеет облаков на территории Малазийского полуострова, а дневное изображение содержит единственное облако в высокогорной области Фрейзер Хилл. Сильный дождь был прослежен от высокогорной местности Фрейзер Хилл, он прошел через Куала Лумпур и ушел в направлении острова Суматра, провинция Риау. В ночное время с 14 на 15 июня облако достигло водосбора дамб города Куала Лумпур. По счастливому стечению обстоятельств на пути данного облака оказалось большое число лесных на территории Индонезии. На протяжении нескольких дней 15—18 июня некоторое число облаков еще производили осадки. Процесс нормализации погодных условий после эксперимента по созданию искусственных осадков обычно занимает одну неделю.

**Искусственные дожди для борьбы с лесными пожарами.** Именно в это время в Индонезии проект Евросоюза по предотвращению и контролю над лесными пожарами боролся с лесными пожарами. Благодаря помощи руководителя проекта доктора Родерика Боуэна оказалось возможным проследить влияние облака с Фрейзер Хилл на число очагов пожаров на острове Суматра.

В соответствии с данными проекта [10] число очагов пожаров за июнь 1998 г. в провинциях Суматра составляло: Риау (3057), Северная Суматра (728), Западная Суматра (296), Джамби (97), Ачех (37), Бенгкулу (34), Южная Суматра (16) и Лампунг (6). Во всех провинциях острова Sumatra за июнь 1998 г. общее число очагов пожаров составляло 4271. В день проведения эксперимента 14 июня 1998 г. на острове Суматра было зарегистрировано 835 очагов пожаров. В период с 15 по 16 июня 1998 г. облачность над провинцией Риау создала проблемы в детектировании очагов пожаров (нет данных). Когда 17 июня 1998 г. облачность рассеялась, было обнаружено только 160 очагов пожаров.

Провинция Риау 14 июня 1998 г. и провинция Северная Суматра находились близко к Фрейзер Хилл проведения эксперимента по изменению погодных условий. По счастливому стечению обстоятельств искусственное облако ушло в направлении наиболее интенсивных пожаров в провинции Риау острова Суматра. Искусственные осадки могли существенно повлиять на ситуацию с лесными пожарами и сократить число лесных пожаров в 5,2 раза за два дня. Таким образом, изменение погодных условий в Малайзии (июнь—июль 1998 г.) и создание искусственных осадков могло снизить пожарную опасность на острове Суматра. Наиболее эф-

фективной тактикой для сокращения числа лесных пожаров является уменьшение индекса пожарной опасности путем увеличения объемов искусственных осадков в заданном районе.

Ситуация с лесными пожарами в Индонезии очень похожа на события в США 2000 г. и в России 2010 г. Специальный выпуск журнала Risk Excellence Notes [11] был посвящен интенсивному мониторингу во время экстремальной ситуации с пожарами в Серро Гранде около Департамента энергетики США подразделения Лос-Аламосской национальной лаборатории в Нью Мехико и развитии пожара в подразделении DOE's Хандфордского комплекса штата Вашингтон. К большому сожалению, стандартные пожарные меры, включая пожарную технику и авиацию (вертолеты и самолеты) не были достаточно эффективны.

Методы изменения погодных условий и создания искусственных осадков могут быть эффективны для борьбы с лесными пожарами [12], а также применяться для снижения концентрации смога и гари от пожаров и проветривания обширных пространств.

**Эксперимент в Республике Саха (Проветривание глубокого карьера Удачный).** В мировой практике разработки месторождений открытым способом возникает проблема загазованности карьеров. Холодный воздух сибирского антициклона блокирует естественную циркуляцию воздушных масс, создавая условия для образования зоны инверсии. Зона инверсии возникает в точке изменения скорости ветра в карьере на обратное направление и приводит к замкнутой циркуляции воздушной массы в центре карьера. Наличие зоны инверсии существенно ухудшает доступ свежего воздуха в нижние горизонты карьера. Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных газов  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}$  в 10 раз и более угрожает здоровью персонала и требует применения автономных систем жизнеобеспечения персонала в загазованных горизонтах. Часто карьеры закрывают на время загазованности атмосферы. Существующие установки для проветривания на базе вертолетов и турбореактивных двигателей не решают проблему. Особенно остро эта задача стоит в сверхглубоких карьерах (400—600 м) и в климатических зонах с неблагоприятными для естественного проветривания метеоусловиями.

В Республике Саха (Якутия) совместно с ООО АСКОР-ЭМИ была проведена пробная работа по вентиляции сверхглубокого карьера Удачный (февраль 1999 г.). Проведены два эксперимента по активному воздействию на атмосферу карьера 26 и 27 февраля 1999 г. В результате воздействия удалось создать локальную атмосферную циркуляцию и благоприятный для проветривания карьера восходящий воздушный поток. Во время первого эксперимента метеостанция в поселке Полярный (12 км от карьера) через 12 час. зарегистрировала изменение атмосферного давления на 4 мм ртутного столба, снижение температуры воздуха на 6 °С и изменение направления ветра на 30 град.

Изменение погодных условий в нужном направлении привело к улучшению микроклимата карьера, его проветриванию и, как следствие, к снижению зага-

зованности по  $\text{NO}_x$  в четыре раза и по СО более 5 раз, достигнув допустимого уровня ПДК за 16 час. [13].

Экономический эффект не достигнут, так как производство депонирует большие запасы кимберлита на поверхности и использует его в период нескольких зимних месяцев, когда устанавливается сибирский антициклон и работы в карьере ограничены из-за загазованности. В то же время эксперимент показал высокую экологическую эффективность метода.

**Выводы.** Экспериментально доказана эффективность применения изменения погодных условий для снижения экономических ущербов от экстремальных погодных явлений. В засушливый период внутри глубокого антициклона были получены искусственные осадки во время эксперимента в Московском регионе. Эксперименты по изменению погодных условий во время экстремальной засухи в Малайзии с 14 июня по 23 июля 1998 г. дали (только в дамбах) двукратное (!) увеличение объема полученной воды. Воздействие искусственных осадков на лесные пожары позволило уменьшить число очагов пожаров в 5,2 раза за два дня. Проветривание глубокого карьера Удачный в Республике Саха (Якутия) доказало возможность проведения работ в зимний период в условиях сибирского антициклона.

Направление искусственных дождей в водосборы дамб может во время засух решить проблему водоснабжения городов. Направление искусственных дождей в сельскохозяйственные районы эффективно для минимизации последствий засух. Изменение погодных условий может быть применено для снижения концентрации смога и гари от пожаров, а также для проветривания обширных пространств.

В случае применения метода изменения погодных условий и создания искусственных осадков экономические потери от экстремальных погодных явлений (засух, лесных пожаров, смога и гари) могут быть сокращены в несколько раз.

В настоящее время наблюдается огромный прогресс в области компьютерных технологий, моделирования климата и климатических изменений, что позволяет надеяться на появление своевременного прогноза экстремальных погодных явлений в ближайшем будущем.

Для оценки экономического ущерба от краткосрочных и экстремальных погодных явлений необходимо наличие математической модели климата и возможности расчета климатических изменений и аномальных явлений на один год вперед. Наличие долгосрочного прогноза позволит разработать методы оценки экономического ущерба от экстремальных погодных явлений и планировать мероприятия по изменению погодных условий для снижения экономического ущерба от экстремальных погодных явлений.

Только после появления официального долгосрочного прогноза погодных явлений и вычисления экономических ущербов от них станет возможной оценка экономической эффективности антикризисных мер.

Климатические изменения на планете приводят к глобальным социальным, экономическим и политическим процессам, затрагивающим интересы групп стран и целых континентов. В качестве примера можно отметить блокирующий антициклон над Россией в 2010 г. Катастрофическая засуха создала условия для распро-

странения лесных пожаров в России и для сильного наводнения в Европе. Оптимальным решением для минимизации ущербов является перераспределение избытка водных ресурсов из Европы в Россию, что уменьшило бы глубину как наводнения, так и засухи.

Основная идея снижения рисков изменения климата и минимизации экономических потерь от них заключается в срезании пиков от экстремальных погодных явлений.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

- (1) RM — малазийские ринггиты.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.
- [2] IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- [3] *Stern Nicholas*. Stern Review on the Economics of Climate Change. (Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom), October 30, 2006.
- [4] *Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P.* Eds.: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 2008.
- [5] *Сорокин Л.В., Занаруй М.М.* Регулирование погодных условий. Состояние и перспективы // Экология и промышленность России. Октябрь 2000.
- [6] The Indonesian Fires and Haze of 1997: The Economic Toll. by Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA) and the World Wide Fund for Nature (WWF), 9 pp. URL: <http://203.116.43.77/publications/research1/ACF62.html>
- [7] Indonesia's fires and haze: the cost of catastrophe. Includes an index. Edited by David Golver and Timothy Jessup. International Development Research Centre, co-published by the Institute of Southeast Asian Studies. Printed in Singapore by Markono Print Media Pte Ltd.
- [8] Massive losses due to the haze. New Straits Times Tuesday, April 28, 1998. URL: <http://www.nstpi.com.my>
- [9] *Hety Herawati, Heru Santoso and Claudio Forner*. Forest Fires and climate change in Indonesia. Background document for the Southeast Asia kick-off meeting of the project Tropical Forests and Climate Change Adaptation ("TroFCCA"). Bogor, May 29—30 2006.
- [10] *Anderson I.P.* (October 2001). NOAA/GIS training expert final report. Forest Fire Prevention and Control Project, Palembang. Ministry of Forestry and Estate Crops and European Union, Jakarta.
- [11] Risk Excellence Notes. September 2000, Vol. 2, Number 6.
- [12] *Sorokin L.V.* Weather modification for minimization of ecological damage from droughts and forest fire // Risk Excellence Notes. December 2000, Vol. 2, Number 7.
- [13] *Сорокин Л.В.* Использование изменения погодных условий для снижения экологического ущерба от лесных пожаров и загазованности // Материалы X Международного симпозиума «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (29—31 января 2001). — М.: Изд-во РУДН, 2001.

## **RISKS OF THE CLIMATE CHANGING AND MEASURES OF THE ECONOMIC LOSSES REDUCTION**

**L.V. Sorokin**

Peoples Friendship University of Russia  
*Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia*

Economic effectiveness of the method of weather conditions changing and creation of the artificial precipitation at the time of extreme weather events is underestimated. The movement of artificial rains to catchment area can solve the problem of towns water supply at the period of drought. The movement of artificial rains to the agricultural districts is effective for minimization of the drought's consequences. The effectiveness of using method of changing the weather conditions in Malaysia at the period of extreme drought (14 of June — 23 July, 1998) made up more than doubled results. The impact of artificial precipitation to the forest fires gave the opportunity to reduce the number of fire hearths in 5,2 times for 2 days. The most effective way of reducing the number of the forest fires is the reduction of the fire dangerous index due to the increasing of the artificial precipitation volume at the definite district. Climate changing can be used in order to reduce smog and slash concentration of the forest fires and to ventilate broad territories.

**Key words:** climate changing, extreme weather events, economic losses, changing of climate conditions, artificial precipitation, dam, water supply, drought, forest fire, smog, slash, ventilate.