

---

## СТРАТЕГИЯ СНИЖЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ В ЕВРОПЕ (водный кризис, водный дефицит и лесные пожары)

Л.В. Сорокин

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

По величине экономических потерь стихийные бедствия вышли в группу основных факторов риска. В пересчете на ВВП экономика Евросоюза каждый год теряет от 0,1% до 1%. Прогнозируемое изменение климата может существенно увеличить экономические потери ЕС. Применение инновационных методов управления кризисными ситуациями совместно с передовыми технологическими решениями позволяют существенно снизить ущерб от стихийных бедствий. Применение метода изменения погодных условий и создания искусственных осадков во время катастрофических засух может снизить экономический ущерб от стихийных бедствий в несколько раз.

**Ключевые слова:** водный кризис, водный дефицит, экономические потери, изменение климата, засуха, наводнение, изменение погодных условий, искусственные осадки, дамба, водоснабжение, лесные пожары, смог, гарь.

Быстрое изменение климата приводит к увеличению климатических аномалий и росту (более чем в 2 раза за прошедшие 10 лет) числа экстремальных погодных явлений. Увеличивается экономический ущерб, и возрастают риски. По оценке Объединенного исследовательского центра Еврокомиссии [1], за прошедшие 30 лет ущерб от засух в Европе составил 100 млрд евро. Если мы учтем темпы роста числа экстремальных погодных явлений и их глубину, то период удвоения ущерба окажется существенно меньше 15 лет.

Изменение климата имеет четыре основные составляющие: изменение температуры, изменение величины осадков, повышение уровня моря и экстремальные погодные явления. Изменения климата приводят к дефициту воды, водному кризису, лесным и торфяным пожарам, засухам и наводнениям. На изменение климата оказывают влияние две составляющие: естественный климатический тренд и активность человека. Наиболее сильное влияние оказывают природные процессы (например, извержения вулканов), растительность и океаны, которые являются основными депонентами и поставщиками парниковых газов в атмосферу. Наибольшую опасность представляет метан (СН<sub>4</sub>). Деятельность человека оказывает меньшее влияние на климат, но она ощутима и измерима. От хозяйственной деятельности человечества зависит то, насколько сильным это влияние может быть. Наибольшую опасность в деятельности человека представляет энергетика, промышленное производство и уничтожение лесов и экосистем, необходимых для сохранения баланса на планете.

Из этого можно сделать вывод, что человечество оказывает негативное влияние на климат планеты, а подобное положение вещей является недопустимым. Если человечество оказалось способным повлиять на климат, то будет разумно предположить, что оно должно принять меры к исправлению своих ошибок. Отсюда следуют два вывода: необходимо отказаться от деятельности, которая наносит ущерб климату планеты, и принять меры для противодействия неблагоприятным климатическим изменениям. В настоящее время не существует технологий, спо-

собных целенаправленно повлиять на климат планеты. Однако не все проявления изменения климата представляют существенную опасность для человечества. Так, экстремальные погодные явления, такие как наводнения и засухи, наносят существенный экономический ущерб. Данные экстремальные погодные явления имеют измеряемые характеристики: продолжительность, интенсивность и глубина. Существующие в настоящее время решения способны сократить время неблагоприятного воздействия и снизить интенсивность события, что приводит к уменьшению их глубины и сокращает экономические потери.

Другую существенную часть экономических потерь дают последствия изменения климата: повышение смертности, войны за ресурсы, дефицит водных ресурсов, водный кризис, миграция населения, лесные пожары, ущербы сельскому хозяйству.

Заселение обширных территорий, в том числе малопригодных для проживания, повышает их уязвимость от стихийных бедствий. Стратегии выживания у разных народов в различные исторические периоды сильно отличались, так, при наличии свободных территорий была возможность миграции в более благоприятные для проживания места, а районы, часто опустошаемые стихийными бедствиями, оставались незаселенными. Например, коренное население Америки избегало селиться в долине торнадо и не страдало от ударов смерчей, а люди, заселившие эту территорию, подвергают свою жизнь и имущество постоянной опасности.

В современном мире климатическая и экологическая миграции создают новые угрозы, в первую очередь для населения благополучных регионов и стран. Установившиеся государственные границы между странами препятствуют неконтролируемой миграции, что только усиливает политические и экономические претензии. Так, проблема дефицита водных ресурсов и водных кризисов привела к территориальным конфликтам и «водным войнам». В условиях мирового финансового кризиса экономики развитых стран уже не в состоянии обслуживать возрастающие миграционные потоки, что приводит к социальным и политическим столкновениям, а также к еще большим экономическим потерям. Однако и экономически развитые страны испытывают на себе постоянный рост расходов, связанных с неблагоприятными погодными явлениями.

Экономические затраты на обеспечение политик адаптации и миграции могут превысить все разумные пределы и существенно усложнить процесс выхода из наступившего экономического кризиса.

### **Экономические потери от засух и водного кризиса в Евросоюзе**

Связь между изменением климата и его влиянием на водные ресурсы описана в докладе Межправительственной комиссии по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change — IPCC) [2]. Прогнозируемые изменения климата совместно с влиянием засух на дефицит водных ресурсов могут привести к росту экономических потерь в водоснабжении, промышленности, сельском хозяйстве, туризме, здравоохранении и т.д.

Влияние изменения климата на экономику подробно описано в работе Н. Стерна [3], в которой он произвел оптимистичный и пессимистичный анализы экономических потерь и рисков от изменения климата и предложил сравнивать экономические потери с внутренним валовым продуктом (ВВП) за каждый год.

Количественные оценки экономического ущерба от изменения климата основаны на выявлении связи между изменением среднего значения температуры и потерями внутреннего валового продукта.

В климатологии принято использовать величину изменения средней температуры как индикатор, показывающий тенденцию изменения климата. Однако величина изменения средней температуры ничего не говорит о вариации температуры. Для Москвы среднегодовая температура составляет +5,8 °С, максимальная +38,2 °С (2010), минимальная -42,2 °С (1940), вариация 80,4 °С. Для Ниццы среднегодовая температура составляет +15,7 °С, максимальная +37,7 °С (1 августа 2006), минимальная -7,2 °С, вариация 44,9 °С.

Распространенной ошибкой является утверждение, что повышение средней температуры для Москвы сделает климат мягче и приблизит его к Ницце. На самом деле произойдет увеличение разброса температур, что приведет к более суровым погодным условиям и увеличению числа экстремальных погодных явлений и росту экономического ущерба от них.

По данным исследовательского проекта PESETA «Влияние изменения климата в Европе» [4], был оценен экономический ущерб для четырех сценариев потепления климата в Европе на 2,5 °С, 3,9 °С, 4,1 °С и 5,4 °С до 2080 г. включительно. Для сценария 5,4 °С учитывалось повышение уровня моря на 88 см.

При условии, что на данный момент времени могут произойти изменения, спрогнозированные на 2080 г., и при отсутствии адаптации к изменению климата ежегодный ущерб от изменения климата для экономики ЕС, приведенный к потере ВВП, по оценкам PESETA, составит от 20 млрд евро при потеплении на 2,5 °С до 65 млрд евро при сценарии 5,4 °С (рис. 1). Экономический ущерб в основном затронет Южную Европу и северную область Центральной Европы.

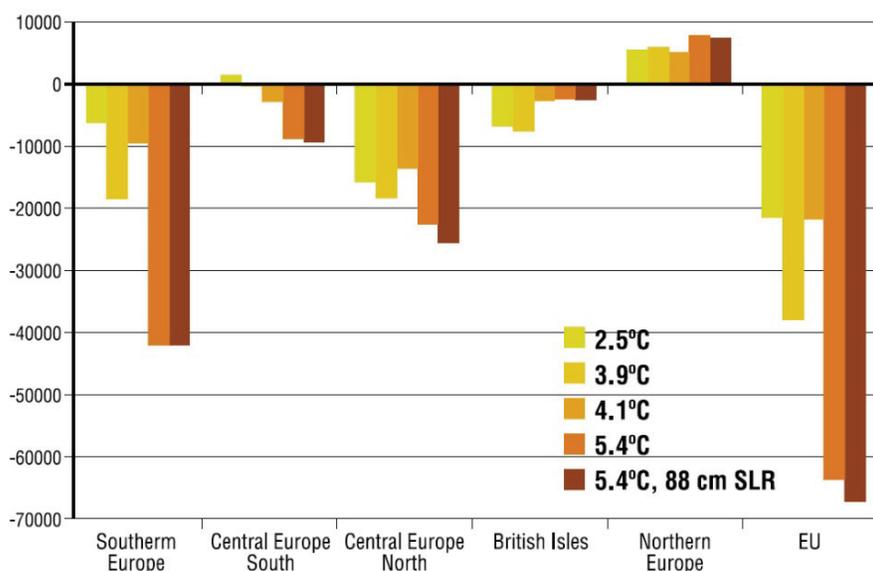


Рис. 1. Ежегодный ущерб, приведенный к величине внутреннего валового продукта (млн евро).

Источник: проект PESETA [4]

До начала мирового финансового кризиса ежегодный рост благосостояния в ЕС составлял 2%. В случае наступления на данный момент времени спрогнозированных климатических условий на 2080 г. ежегодные потери благосостояния в ЕС составят от 0,2% для сценария 2,5 °C и 1% для сценария 5,4 °C с повышением уровня моря на 88 см. В условиях кризиса темпы снижения благосостояния под воздействием изменения климата могут быть соизмеримы с влиянием кризисных явлений и практически остановить рост благосостояния в ЕС.

Прогнозируемые проектом PESETA изменения климата в ЕС могут привести к большой отраслевой и региональной изменчивости. В соответствии со сценарием 5,4 °C и повышением уровня моря на 88 см [4], наибольшие потери произойдут из-за убытков в сельском хозяйстве (производственные потери), разливов рек (повреждение жилых домов) и прибрежных систем (морские наводнения и расходы на миграцию).

Засухи и наводнения имеют общую причину — формирование устойчивого антициклона или циклона. Подобные атмосферные образования разделяются атмосферным фронтом. Характерные расстояния между зонами высокого и низкого давления оказываются не столь большими и могут составлять сотни километров. Этот факт объясняет географические особенности распространения засух и наводнений в Европе.

Засухи 2003 и 2011 гг. показали, что их влияние на экономику Евросоюза весьма значительно. Засуха 2003 г. в Центральной и Западной Европе нанесла экономический ущерб в 12 млрд евро. Только в Португалии за 2003 г. сгорело больше  $\frac{1}{3}$  от общей площади лесов. Засуха 2011 г. привела к огромным потерям в сельском хозяйстве и большому числу лесных пожаров в Испании, Португалии, Греции и Франции. Однако в соседних странах Польше, Австрии, Германии, а также в Альпах наблюдались сильные наводнения. Это показывает, что области засух и наводнений в ЕС расположены близко друг от друга, однако данная картина весьма изменчива и сильно зависит от положения атмосферных фронтов.

В целях мониторинга за опасными погодными явлениями, а также в связи с необходимостью получения последовательной и своевременной информации о засухах и наводнениях в ЕС создан Центр совместных исследований Европейской комиссии (European Commission's Joint Research Centre — JRC) и Институт экологии и устойчивого развития (The Institute for Environment and Sustainability — IES). В рамках Центра активно развивается проект «Пустыни» (Action DESERT), Европейская обсерватория засух (European Drought Observatory — EDO) и Европейская система прогнозирования паводков (European Flood Forecasting System — EFAS).

Изменение климата приведет к значительному изменению водного баланса в Европе. По прогнозу, Средиземноморье, Центральную и Юго-Восточную Европу ожидает увеличение вероятности засух в летний период. Однако и другие регионы в Европе, вероятно, испытают изменения в годовом распределении осадков, что повлияет на энергетику и водный баланс, возможны периоды с пониженной водностью, а также увеличение вероятности экстремальных погодных явлений.

Для охраны лесов от пожаров в ЕС и соседних странах, а также своевременно обнаружения и оповещения о пожарах Центром совместных исследований создана Европейская информационная система по лесным пожарам (European Forest Fire Information System — EFFIS).

### **Стратегия снижения экономического ущерба от стихийных бедствий в ЕС**

В случае быстрых климатических изменений мы можем столкнуться с высокой стоимостью антикризисных мер и несоответствием старой инфраструктуры новым климатическим условиям. В связи с этим возникает острая необходимость поиска эффективных методов минимизации экономических ущербов от экстремальных погодных условий.

Оптимальным решением для минимизации ущерба могло бы стать перераспределение избытка водных ресурсов в районы с их дефицитом, что уменьшило бы глубину как наводнения, так и засухи. Однако зоны с избытком или дефицитом водных ресурсов не находятся на одном месте, а мигрируют в соответствии с погодными аномалиями. Строительство наземной инфраструктуры для транспортировки водных ресурсов в этом случае оказывается невыгодным. Однако существуют другие методы для перераспределения избыточных водных ресурсов, например изменение погодных условий.

Применение инновационных технологий изменения погодных условий позволяет решить проблему дефицита водных ресурсов на ограниченной территории за счет создания искусственных осадков или перемещения их избытка. Таким образом, возможно без создания дорогой наземной инфраструктуры переместить дождевую облачность в район с дефицитом водных ресурсов и вызвать там осадки.

Искусственные осадки могут быть эффективным решением для целей водоснабжения, сельского хозяйства, а также для борьбы с лесными пожарами.

Оптимальным решением для уменьшения экономических ущербов от засухи может быть срезание интенсивности пиков и сокращение длительности события, что приведет к уменьшению его глубины.

Европейский союз обладает рядом преимуществ для применения технологий изменения погодных условий, это единое политическое пространство, общая граница, централизованное руководство, экономическая заинтересованность в преодолении кризисных ситуаций в странах еврозоны.

Однако большое число стран, входящих в ЕС, и их собственные интересы могут создать проблемы на уровне принятия решения. Так, возможны следующие группы рисков: политические; непринятие политического решения по антикризисным мерам; принятие решения после окончания стихийного бедствия или водного кризиса.

Таким образом, снижение экономических потерь от экстремальных погодных явлений возможно за счет оперативного реагирования; применения активного воздействия на атмосферу; создания дождевой облачности и провоцирования искусственных осадков; перемещения избыточных водных ресурсов в районы с их дефицитом; снижения интенсивности события; сокращения длительности события;

уменьшения глубины события; создания резервного запаса воды в водохранилищах; снижения индекса засухи и пожарной опасности путем создания искусственных осадков (замачивание территории).

### **Изменение погодных условий**

Состояние и перспективы регулирования погодных условий в XX в. уже обсуждались в нашей статье [5] в 2000 г. Существуют различные методы изменения погодных условий от засева облаков до воздействия на них электрических и электромагнитных полей. Все эти методы узкоспециализированные, они 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  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

Ниже приведены результаты анализа эффективности метода изменения погодных условий для минимизации экономического ущерба от засухи и лесных пожаров в Юго-Восточной Азии (июнь—июль 1998 г.) [6].

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 Кюре» (“Bio Cure” Sdn Bhd) по заказу правительства Малайзии. Основной целью данного исследования была апробация метода изменения погодных условий во время экстремальной засухи и пожаров в Юго-Восточной Азии и подтверждение коммерческой эффективности данного метода.

Эксперименты по изменению погодных условий проводились по всему Малазийскому полуострову в различных климатических зонах, а также в районах водосборов дамб города Куала Лумпур (Kuala Lumpur). Была проведена серия из 14 экспериментов в 8 различных местах Малайзии [7].

Во время эксперимента по изменению погодных условий в высокогорной области Фрейзер Хилл (Fraser’s Hill) 14 июня 1998 г. была сформирована искусственная облачность и спровоцированы интенсивные осадки. Сильный дождь был прослежен от высокогорной местности Фрейзер Хилл, он прошел через столицу Малайзии Куала Лумпур и ушел в направлении острова Суматра, провинция Риану (Riau Province, Sumatra).

По случайному стечению обстоятельств на пути данного облака оказалось большое число лесных пожаров на территории Индонезии. На протяжении нескольких дней (15—18 июня 1998 г.) несколько облаков еще производили осадки.

Процесс нормализации погодных условий после эксперимента по созданию искусственных осадков обычно занимает одну неделю.

Именно в это время в Индонезии проект Евросоюза по предотвращению и контролю над лесными пожарами (EU-Forest Fire Prevention and Control Project — FFPCP) осуществлял спутниковый мониторинг и боролся с лесными пожарами. Благодаря любезной помощи руководителя проекта доктора Р. Боуэна (Dr. M. Roderick Bowen the Project Leader FFPCP) оказалось возможным проследить влияние облака, сформированного в результате эксперимента в Фрейзер Хилл, на число очагов пожаров на острове Суматра.

В соответствии с данными проекта FFPCP [8] во всех провинциях острова Суматра в июне 1998 г. общее число очагов пожаров составило 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 для детектирования очагов пожаров (спутниковых данных нет). Когда облачность рассеялась 17 июня 1998 г, было обнаружено только 160 очагов пожаров (рис. 2).

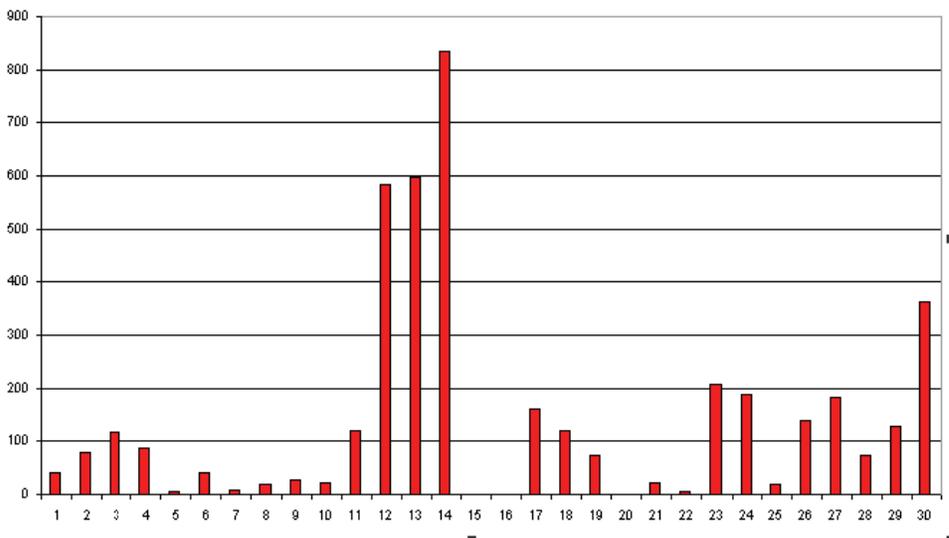


Рис. 2. Число очагов пожаров на острове Суматра (июнь 1998 г.)

Источник: FFPCP.

Провинции Риау и Северная Суматра находились достаточно близко от места проведения эксперимента в Фрейзер Хилл по изменению погодных условий 14 июня 1998 г. По счастливому стечению обстоятельств искусственное облако ушло в направлении наиболее интенсивных пожаров в провинции Риау острова Суматра и за два дня сократило число лесных пожаров в 5,2 раза. Таким образом, искусственные осадки смогли существенно повлиять на ситуацию с лесными пожарами.

Изменение погодных условий в Малайзии (июнь — июль 1998 г.) и создание искусственных осадков привело к снижению индекса пожарной опасности (Fire Danger Rating — FDR) на острове Суматра. Наиболее эффективной такти-

кой для сокращения числа лесных пожаров является уменьшение индекса пожарной опасности [6] путем увеличения объемов искусственных осадков в заданном районе. Помимо того, дожди и грозы очищают воздух от смога и гари от пожаров, и в результате характеристики воздуха становятся лучше.

Ситуация с лесными пожарами в Индонезии очень похожа на события в России 2010 г. и Европейском союзе в 2003 и 2011 г.

\*\*\*

Экспериментально доказана эффективность применения метода изменения погодных условий. Создание искусственных осадков может быть эффективным в борьбе с засухами, лесными пожарами, при снижении индекса пожарной опасности, а также применяться для уменьшения концентрации смога и гари от пожаров.

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

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.

Основная идея минимизации рисков и уменьшения экономических убытков от наводнения заключается в перемещения избыточных водных ресурсов в районы с их дефицитом.

Основная идея минимизации рисков и уменьшения экономических убытков от засухи заключается в срезании интенсивности пиков и сокращении длительности события, что приведет к уменьшению его глубины.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Commission, Joint Research Centre. — URL: <http://ies.jrc.ec.europa.eu>
- [2] Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S., Palutikof J.P. Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- [3] Stern, Nicholas. 2006. Stern Review on the Economics of Climate Change. (Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom), October 30, 579 pp.
- [4] Ciscar J.C., Iglesias A., Feyen L., Goodess C.M., Szaby L., Christensen O.B., Nicholls R., Amelung B., Watkiss P., Bosello F., Dankers R., Garrote L., Hunt A., Horrocks L., Moneo M., Moreno A., Pye S., Quiroga S., van Regemorter D., Richards J., Roson R., Soria A. Climate change impacts in Europe Final report of the PESETA research project. Luxembourg: Publications Office of the European Union — Final report of the PESETA research project 2009.
- [5] Сорокин Л.В., Запарий М.М. Регулирование погодных условий. Состояние и перспективы // Экология и промышленность России. — Октябрь 2000. — С. 30—32.
- [6] Sorokin L.V. Weather modification for minimization of ecological damage from droughts and forest fire // Risk Excellence Notes. — December 2000. — Vol. 2, Number 7. — P. 8.
- [7] Сорокин Л.В. Риски изменения климата и возможные меры по снижению экономических ущербов // Вестник РУДН. Серия «Экономика». — 2011. — № 5. — С. 229—239.
- [8] 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, 62 p.

**THE STRATEGY OF ECONOMIC LOSSES REDUCTION  
FROM NATURAL DISASTERS IN EUROPE  
(water shortage, water crisis and forest fires)**

**L.V. Sorokin**

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

Natural disasters are one of the main sources of risks and economic losses in modern time. The annual economic damage for European Union from climate change is from 0.1% to 1% in terms of gross domestic product (GDP). The projected climate change in EU can significant increase the economic losses of EU. The innovation methods of managing the crisis with the help of modern technical solutions can significant reduce the economic losses from Natural disasters. The application of method of weather modification and creation of artificial precipitations during the extreme droughts can reduce in times the economic damage from Natural disasters.

**Key words:** water crisis, water shortage, climate change, economic loss, weather modification, artificial precipitations, water supply, vegetation fires, haze, smog, drought, flood.