



Источник фото: сайт «ГеоИнфо»

## РОСТ КОЛИЧЕСТВА ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ УСИЛИТ ЭРОЗИЮ ПОЧВ

**ДЬЯЧЕНКО ЛЮДМИЛА**  
Специальный корреспондент

### АННОТАЦИЯ

В ближайшие 50 лет при продолжающемся потеплении климата на планете, по предположениям ученых, вырастет частота и сила дождей. Ливневые потоки будут активнее смывать плодородный слой земли, а также перемещать на большие расстояния загрязняющие вещества. Защищать почву от эрозии, вызванной ливнями, сложнее, чем от вызванной талыми водами.

Самая большая опасность ждет Африку, Юго-Восточную Азию, Южную Америку, где и сейчас масштабы водной эрозии велики, а защитных мероприятий мало. В России площади территорий, находящихся в зоне риска, меньше, но сконцентрированы они в основном там, где почвы являются самыми ценными и дают самые высокие урожаи.

Об этом рассказал на вебинаре «Глобальная водная эрозия – фундаментальные проблемы и прикладное значение» Валентин Голосов – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Цикл таких бесплатных вебинаров стартовал в сентябре. Их организует научно-образовательный центр, созданный весной 2023 года при научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов географического факультета МГУ. Лекции там направлены на популяризацию географии и прикладных знаний по водной эрозии, геоэкологии города, качеству природных и питьевых вод, экологическому мониторингу морских акваторий. Слушателями являются сотрудники различных организаций России и стран СНГ, а также школьники, студенты и молодые ученые, интересующиеся своим дальнейшим образованием и развитием карьеры.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

потепление климата; ливни; дожди; снеготаяние; эрозия почв; водная эрозия; смыв плодородного слоя; перемещение загрязняющих веществ; заиливание водохранилищ; изнашивание турбин; заиливание рек; наводнения; наблюдения; прогнозы; защитные мероприятия.

# INCREASED HEAVY RAINFALLS WILL INCREASE SOIL EROSION

D'YACHENKO LYUDMILA

Special correspondent

## ABSTRACT

In the next 50 years, with continued climate warming on the planet, according to scientists' supposals, the frequency and intensity of rains will increase. Stormwater flows will more actively wash away the fertile layers of the earth and also transport pollutants over long distances. It is more difficult to protect soil from erosion caused by rainfall than from erosion caused by meltwater.

The greatest danger awaits Africa, Southeast Asia, and South America, where even now the scale of water erosion is large and there are few protective measures. In Russia, the areas at risk are smaller, but they are concentrated mainly where the soils are the most valuable and produce the highest yields.

This was discussed at the webinar "Global Water Erosion: the fundamental problems and applied significance" by Valentin Golosov Ph.D. (Geography), leading researcher at the Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University.

The cycle of such free webinars started in September 2023. They are organized by the scientific and educational center, established in the spring of 2023 at the Research Laboratory of Soil Erosion and Channel Processes of the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University. The lectures at the webinars are aimed at popularizing geography and applied knowledge on water erosion, the geoecology of cities, the quality of natural and drinking waters, and the environmental monitoring of marine areas. The listeners are employees of various organizations in Russia and CIS countries, as well as schoolchildren, students and young scientists interested in their further education and career development.

## KEYWORDS:

climate warming; heavy rains; rains; snowmelt; soil erosion; water erosion; washing away the fertile layer; movement of pollutants; siltation of reservoirs; deterioration of turbines; siltation of rivers; floods; observations; forecasts; protective measures.

## Таяние снега вместе с ливнями – катастрофа для почвы ▶

Эрозия (смыв) плодородного слоя почв существовала всегда, однако человек своей деятельностью усилил это явление природы. Сказывается и распашка полей, и перемещение грунтов во время строительства и добычи полезных ископаемых.

В 1950 году масса перемещенного материала, обусловленного деятельностью человека, составляла 44,2 Гт/год. В настоящее время этот показатель достиг 210,9 Гт/год, то есть увеличился на 377%. Население планеты за это время выросло с 2,5 до 8 млрд. И если в середине прошлого века смывалось менее 0,1 мм плодородного слоя почвы в год, то теперь – 1,2 мм/год.

«Человеку, не понимающему значения цифр, может показаться, что 1 мм – немного. Но, если перевести 1 мм в весовую категорию, получится 10 т смытой почвы с гектара сельскохозяйственных угодий в год. Через 100 лет на участках пашни с такими темпами эрозии будет смыто порядка 10 см, то есть

половина плодородного слоя почвы», – уточнил Валентин Голосов – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Не вся смытая почва уносится в водоемы и водотоки. Значительная ее часть откладывается, например, по нижним краям полей, на нераспаханных участках склонов, на бортах и в днищах сухих долин.

Эрозия бывает водная, ветровая, механическая (перемещение почвы орудиями труда) и тропинчатая (на пастбищах). Водная эрозия подразделяется на талую и ливневую. Талые воды возникают только там, где есть устойчивый снежный покров, а ливневой сток формируется практически везде. Если слой выпавших осадков превышает 10 мм, то высока вероятность формирования поверхностного стока на сельскохозяйственных землях.

Самая опасная ситуация складывается, когда таяние снега совпадает с выпадением дождей. Противоэрозионная устойчивость оттаявших почв очень

низка, и весь оттаявший плодородный слой смывается.

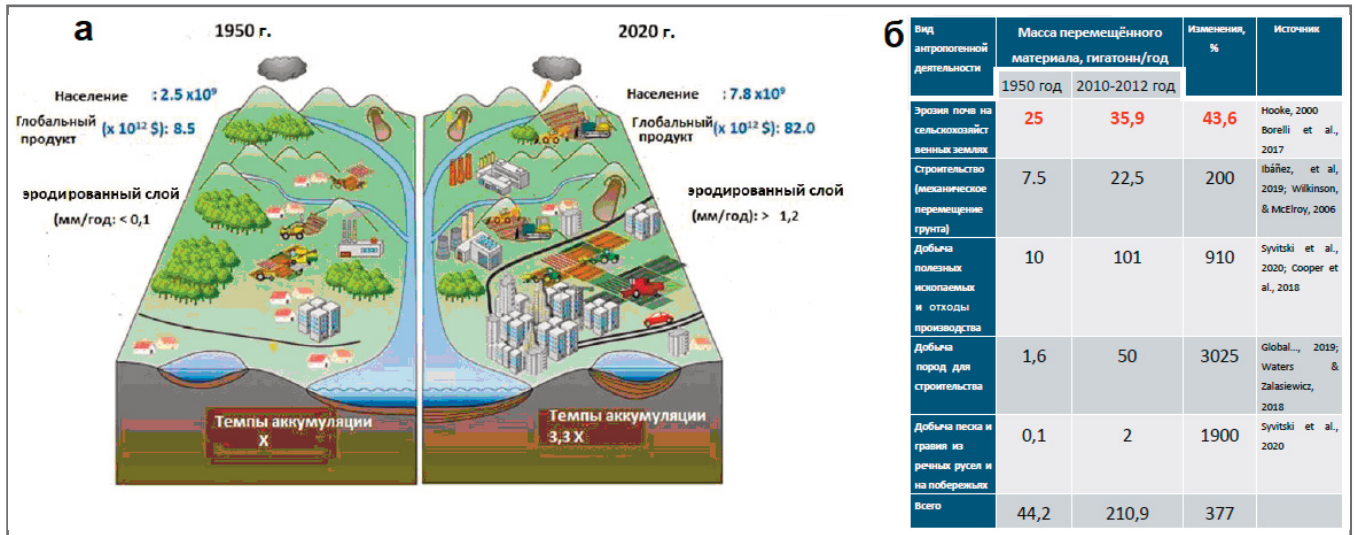
При умеренном слое осадков дожди не опасны, потому что возникающие потери восстанавливаются в процессе естественного почвообразования. С экстремальными ливнями, когда слой осадков превышает 40–50 мм за одно событие, дело обстоит по-другому. Например, в США в 1970–1980-х годах ученые установили, что за 20 лет наблюдений на малых обрабатываемых водосборах 75% суммарного количества почвы было смыто в течение трех-четырех событий.

## Сильные ливни сложнее предсказать

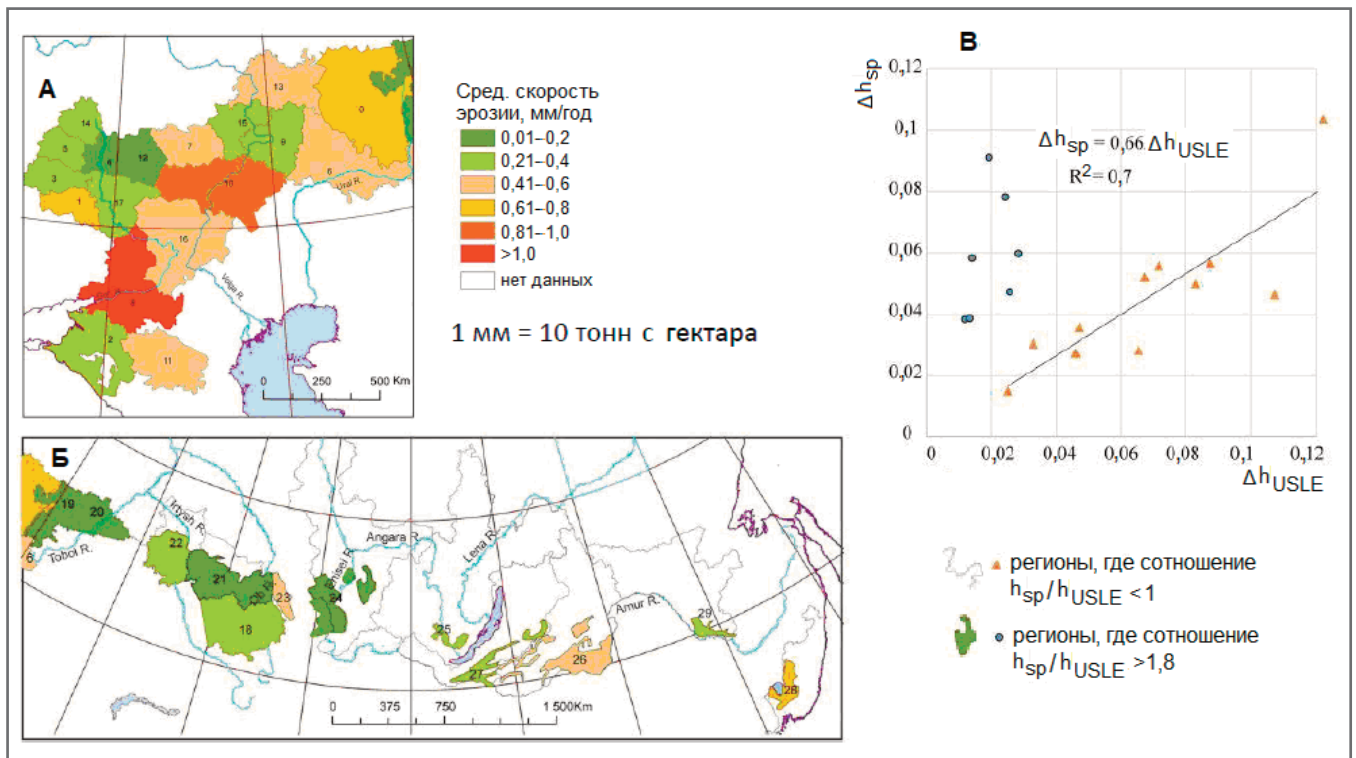
Предотвратить потери почвы от водной эрозии при выпадении ливней сложнее, чем от талого стока.

Талый сток проще контролировать, так как он формируется только весной. Ливень, даже если его и спрогнозировать, имеет высокую пространственную неравномерность.

Существует множество моделей для расчета ливневого смыва, которые ис-



**Рис. 1.** Схематическое изображение изменений численности населения Земли, глобального внутреннего валового продукта и среднегодовых темпов перемещения на суше материала с 1950 по 2020 г. (а) и таблица по массам материалов, перемещенных в результате человеческой деятельности, с 1950 по 2010 г. (б) (по рисунку Сендеро (Sendero) и др., 2022 г., и таблице Сивицки (Syvitski) и др., 2022 г. соответственно)



**Рис. 2.** Среднегодовые потери почвы от водной и ветровой эрозии в зоне распространения черноземов и каштановых почв европейской части территории России (а), Сибири (А, Б) и Дальнего Востока (Б), рассчитанные на основе почвенно-морфологического метода по административным регионам. А также график связи между толщиной слоя ( $h_{USLE}$ , м), эродированной за весь период распашки и рассчитанной с использованием эрозионной модели USLE, и фактическим сокращением горизонтов почв А и АБ ( $h_{sp}$ ) (В). (по рис. Голосова и др., 2021)

пользуются в том числе и для глобальных оценок эрозии почв. Ни одна из них, с точки зрения Валентина Голосова, не совершенна, потому что для их использования еще недостаточно полевых данных, используемых в качестве входных.

Самая популярная в мире модель – универсальное уравнение эрозии почв. У него много версий. Большинство ис-

следователей сходится во мнении, что к 2070 году на планете учащаются ливни в умеренном климатическом поясе, что приведет к усилению темпов смыва. В южной европейской части России количество сильных ливней как минимум удвоится.

На данный момент самые сильные эрозионные процессы на сельскохозяй-

ственных землях наблюдаются в Юго-Восточной и Южной Азии, в Африке (в Эфиопии, на Мадагаскаре), в Южной Америке (в Бразилии, Колумбии). Лучше всего дело обстоит в странах, где имеются экономические возможности для проведения мероприятий противо-эрозионной защиты. Хуже всего – в бедных государствах, где не только ничего

не делается для защиты земель, но и сельское хозяйство ведется с нарушениями, например распахиваются крутые склоны.

В России эрозия сама по себе невелика (от 1 до 5 т, смываемых с гектара в год), но есть участки, где теряется до 10 и более тонн плодородного слоя с гектара в год. Чаще всего это ценные земли, которые дают самые высокие урожаи.

«Если прогноз об удвоении ливней в умеренном климатическом поясе через 50 лет считать верным, значит уже сейчас нужно предпринимать усилия по снижению вероятности ливневого смыва на наших землях», – предположил Валентин Голосов.

### Пока потепление климата только благоприятно ►

В нашей стране проводятся разно-масштабные оценки и прогнозы водной и ветровой эрозии почв. Средне-многолетние потери в зоне черноземов и каштановых почв за весь период земледельческого освоения в европейской части России только в ряде регионов достигли высокой отметки – 1 мм, или 10 т с гектара в год.

В Сибири и на Дальнем Востоке фиксируется даже снижение потерь почвы. Впрочем, не от хорошей жизни – распаханные ранее земли были частично заброшены.

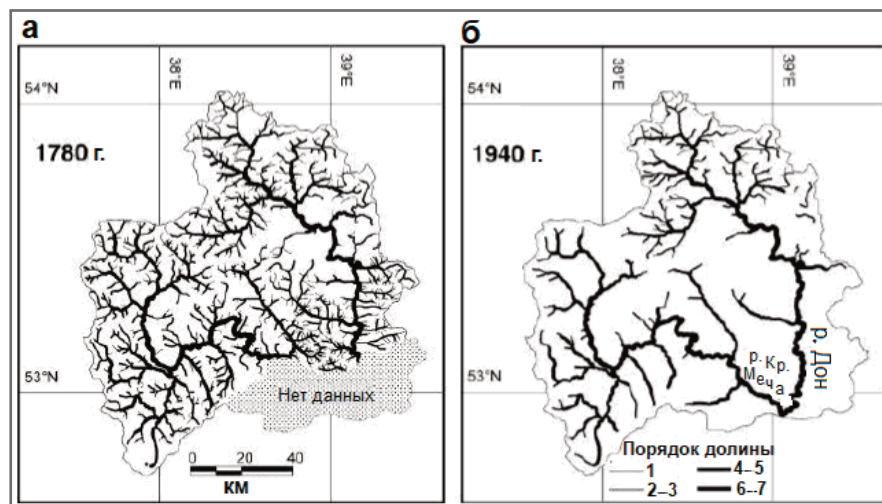
В некоторых районах России стал реже формироваться поверхностный сток во время снеготаяния, так как почва здесь не промерзает. Даже если снега много, в период таяния снега вся вода впитывается в почву.

«Глобальное потепление на сегодняшний день даже благоприятно для нашей лесостепной зоны, но в перспективе нескольких десятилетий все может измениться в худшую сторону», – прокомментировал Голосов.

Специалистов беспокоит и сокращение речной сети. Ученые географического факультета МГУ сравнили карты постоянных водотоков в верховьях реки Дон 1780-го и 1940-го годов. Восстановить данные удалось по архивным материалам и рельефу пересохших русел.

В 18 веке было гораздо больше мелких ручьев и речушек – притоков Дона. Многие малые реки занесены смывом с пашни грунтом. Пропускная способность рек упала – оттого и возникают наводнения в неожиданных местах, например на равнинной территории Ростовской области.

Вместе со смывом грунтом перемещаются загрязняющие вещества, в част-



**Рис. 3.** Сокращение протяженности речной сети в связи с поступлением избыточного объема наносов в постоянные водотоки на территориях с высокой долей пахотных земель на примере постоянных водотоков в верховьях реки Дон до слияния с рекой Красивая Меча в 1780 году (а) и в 1940 году (б). Последствия: рост повторяемости наводнений из-за сокращения пропускной способности русел рек; уменьшение суммарного стока рек

ности цезий-137 чернобыльского происхождения. Его нашли в донных отложениях Щёкинского водохранилища в Тульской области.

Заполняются наносами эрозионного происхождения, поступающими с водосборов, и водохранилища, созданные в середине прошлого века для энергетических нужд. Из-за этого быстро изнашиваются турбины. Очистка водохранилищ от наносов – сложная и затратная процедура.

В отличие от других стран, темпы заиливания водохранилищ России невысоки, так как они удалены от сельскохозяйственных полей. Исключение – Сулакский каскад ГЭС в Дагестане.

### Оценка эрозии почв нужна для многих отраслей экономики ►

Развитие цифровых технологий привело к разработке и использованию высокотехнологичных методов оценки смыва почв, роста оврагов, перераспределения наносов и перемещения загрязняющих веществ.

Предлагаются все новые и новые методы и оборудование для полевых исследований и дистанционных съемок: трассеры-радионуклиды природного и техногенного происхождения, наземное лазерное сканирование, фингерпринтинг, беспилотные летательные аппараты, радарная интерферометрия.

Собранные материалы позволяют лучше понимать влияние глобального потепления на интенсивность эрозионных процессов, оценивать и прогнозировать экстремальные ситуации на Черноморском побережье, на Дальнем Востоке России.

Валентин Голосов подчеркнул, что для построения прогнозов важно знать историю освоения конкретной территории. Например, если речь о загрязняющих веществах, которые переносятся со смывом почвой и водой, нужно разобраться, какие это вещества, откуда они, каким образом влияет на их передвижение рельеф. А в Арктике, когда снимается верхний растительный слой на нефтегазоносных участках, плодородный слой даже при небольшом дожде смывается сразу.

Если не заниматься наблюдениями, расчетами и защитными мероприятиями, будущее будет таким: заиленные ирригационные каналы, пруды и водохранилища, изношенные турбины ГЭС, наводнения из-за обмелевших и высохших малых рек, загрязненные поверхностные воды, потери плодородия пахотных и пастбищных земель, разрушение инфраструктурных объектов.

Чтобы было кому заниматься исследованиями, вузы и создают программы дополнительного образования для школьников, студентов, специалистов, а также просветительские мероприятия для широкой аудитории.

«Специалистам, чья деятельность связана с гидрометеорологическими изысканиями, изучением русловых процессов, эрозии почв, гидрохимии, важно постоянно углублять свои прикладные знания и навыки, быть в курсе современных исследований и технологий», – подчеркнула исполнительный директор научно-образовательного центра при научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых

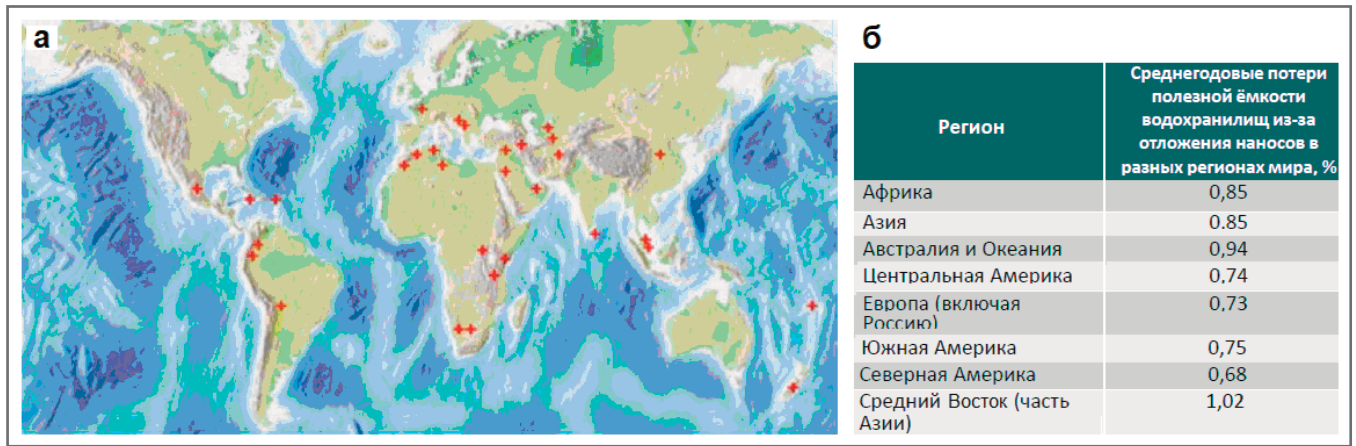


Рис. 4. Территории на Земле, где согласно прогнозам ёмкость водохранилищ достигнет критического уровня к 2050 году в результате седиментации (а), и потери полезной ёмкости водохранилищ по регионам мира (б) (по данным G. Basson, 2008)

процессов географического факультета МГУ Надежда Пупышева.

В списке новых программ дополнительного образования есть, например, такие темы: «Потоки наносов и загрязняющих веществ в речном бассейне», «Эрозионные процессы на антропогенно-нарушенных землях», «Исследование ру-

словых процессов на участках подводных переходов магистральных трубопроводов через реки и при русловой добыче нерудных строительных материалов».

Всем без исключения слушателям, в особенности ученым, прививается медийность. Долгое время из-за недостатка финансирования научные наблюдения

почти не проводились. Теперь ситуация изменилась к лучшему, но для получения грантовой, спонсорской и иной денежной поддержки требуются медиаохваты. Иными словами, ученых теперь обязывают рассказывать, чем они занимаются, причем так, чтобы это производило впечатление на самые разных слушателей. **и**

# Независимый электронный журнал ГеоИнфо

С 2022 года журнал «ГеоИнфо»  
выходит в формате \*PDF.  
10 выпусков в год.



[WWW.GEOINFO.RU](http://WWW.GEOINFO.RU)