

ЭРОЗИЯ ПОЧВ

УДК 631.425

М. Н. ЗАСЛАВСКИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЭРОЗИОННО-ОПАСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Рассматриваются вопросы методики оценки и картографирования эрозионно-опасных земель и соображения по использованию уравнения Уишмеера — Смита. Описана методика применения части этого уравнения для расчета возможного смыва почвы с паровых полей. В качестве модели для проработки этого методического вопроса взята территория Молдавии. Показана необходимость дальнейшей разработки ряда методических вопросов оценки и картографирования эрозионно-опасных земель для составления схем и проектов противозерозионных мероприятий.

Эрозионно-опасными мы называем земли, где сочетание природных условий создает возможность ускоренного проявления эрозии при их хозяйственном использовании без осуществления необходимых противозерозионных мероприятий.

Следует ли к эрозионно-опасным относить земли, где почвенный покров в той или иной мере уже эродирован? Этот вопрос возникает в связи с тем, что в «Указаниях по составлению генеральных схем противозерозионных мероприятий по РСФСР» [15] эродированные почвы не включаются в площадь эрозионно-опасных земель. Ошибочность такого подхода представляется бесспорной, так как, во-первых, сам факт наличия смытых почв указывает, что на этих землях возможно проявление эрозии и, во-вторых, эродированные почвы характеризуются пониженной противозерозионной устойчивостью и поэтому особенно эрозионно-опасны. Вместе с тем, нельзя признать правильным и подход, когда степень эрозионной опасности земель устанавливается по степени смытости почв: слабосмытые почвы относятся к слабо эрозионно-опасным, а сильно-смытые почвы — сильно эрозионно-опасным [11]. Степень эрозионной опасности земель определяется сочетанием ряда условий и при этом не всегда ведущее значение имеет смытость почв. Например, факторы крутизны склона и силы ливней в большинстве случаев создают гораздо большую опасность эрозии, чем эродированность почв. Кроме того, не всегда с увеличением степени смытости почв пропорционально уменьшается их противозерозионная устойчивость.

Следует ли учитывать фактор растительности при оценке эрозионной опасности земель? Вычисляя суммарную оценку эрозионной опасности склоновых земель с учетом существующей лесной и целинной травянистой растительности, мы можем создать искаженно-успокаивающую картину действительной опасности эрозии, которая возникает при нарушении естественной растительности в процессе вовлечения этих территорий в хозяйственное использование. С этой точки зрения растительность не

следует включать в число факторов, определяющих потенциальную опасность эрозии, и оценку эрозионной опасности земель следует проводить без учета этого фактора. Однако существующий растительный покров, очевидно, надо учитывать при выведении суммарной оценки эрозионной опасности земель, находящихся в сельскохозяйственном использовании. Фактор растительности очень динамичен. При распашке многолетних трав и увеличении в структуре посевных площадей культур, характеризующихся в данных конкретных условиях слабой почвозащитной способностью, эрозионная опасность земель возрастает и, наоборот, при залужении сильно эрозионно-опасных земель и увеличении в структуре пашни культур с высокими почвозащитными свойствами эрозионная опасность земель уменьшается. Учет фактора растительности на землях, находящихся в сельскохозяйственном использовании, позволит обосновывать мероприятия по уменьшению потенциальной опасности эрозии путем изменения состава возделываемых культур. Очевидно, для ряда случаев целесообразно проводить оценку эрозионной опасности земель как с учетом существующей растительности, так и без ее учета.

Возникает вопрос и о пересмотре оценки эрозионной опасности земель в связи с их мелиорацией. В нашей стране проводятся и будут проводиться большие работы по мелиорации, в результате которых изменяется эрозионная опасность земель. Например, после раскорчевки кустарников и уборки камней эрозионная опасность склоновых земель может значительно увеличиться. В засушливых районах, где режим осадков не создает или создает очень слабую возможность проявления эрозии, после строительства оросительных систем, особенно с орошением по бороздам, земли становятся эрозионно-опасными в связи с возможностью проявления ирригационной эрозии. Возникает также опасность развития эрозии при неправильном проведении работ по осушению избыточно увлажненных склоновых земель, особенно при размещении открытых дренажных канав. На осушенных легких почвах в районах с неблагоприятным режимом ветров возможно развитие дефляции, что увеличивает опасность проявления эрозии почв.

Таким образом, в связи с нарушением естественного растительного покрова при использовании склоновых земель в различных отраслях народного хозяйства, изменением состава угодий и возделываемых культур на землях сельскохозяйственного пользования, осуществлением мелиоративных работ возникает необходимость периодической корректировки карт с оценкой эрозионной опасности земель. Необходимость в периодическом пересмотре оценки эрозионной опасности земель может также возникнуть в связи с увеличением степени эродированности почвенного покрова и изменением свойств почв, определяющих их водопроницаемость и противозерозионную устойчивость. Эта периодичность должна определяться теми изменениями, которые происходят в растительном и почвенном покрове в процессе хозяйственного использования земель. Очевидно, такая корректировка должна проводиться раз в 5—10 лет.

Потенциальная опасность эрозии определяется взаимосвязанным влиянием большого числа факторов, характеризующих разнообразные природные условия. Их можно насчитать много десятков. Однако для оценки эрозионной опасности земель нужно выбрать важнейшие показатели. При их подборе необходимо учитывать размер территории и масштаб картирования, назначение карт, природные условия местности.

Не вызывает сомнения, что для оценки эрозионной опасности земель при составлении мелкомасштабной карты СССР состав показателей будет иным, чем при составлении среднемасштабной карты для территорий области или крупномасштабной карты для колхоза. Так, например, если при составлении обзорной карты СССР оценка эрозионной опасности по условиям рельефа может быть дана по гипсометрической карте, то оценка эрозионной опасности территории области в целях составления

схемы противозерозионных мероприятий должна даваться на основе средневзвешенных показателей влияния на эрозию крутизны, длины, формы и экспозиции склонов по административным районам или хозяйствам, а оценка эрозионной опасности территорий колхозов и совхозов в целях составления проекта противозерозионных мероприятий должна проводиться с использованием данных, характеризующих крутизну, длину, форму и экспозицию каждого отдельного склона.

Состав показателей для районирования территорий по эрозионной опасности зависит и от ее однородности по природным условиям. Так, для небольших территорий, однородных по условиям климата и геологии, иногда отпадает необходимость в районировании территории по этим показателям.

Если при составлении карты эрозионно-опасных земель всей территории СССР должны применяться единые показатели для оценки эрозионной опасности, то при составлении карт для отдельных краев и областей, расположенных в различных природных зонах, состав показателей может быть различен. Например, понятно, что в районах, где эрозия может вызываться только стоком талых вод, отпадает необходимость в данных, характеризующих режим выпадения дождевых осадков и наоборот. В ряде районов фактор экспозиции склонов имеет весьма небольшое влияние на эрозию и поэтому может не входить в число важнейших показателей, характеризующих рельеф территории. В районах, где эрозия вызывается только дождевыми осадками невысокой интенсивности и почвы характеризуются достаточно высокой водопроницаемостью, фактор длины склона также может быть исключен из числа важнейших показателей, определяющих потенциальную опасность эрозии в данных конкретных условиях.

В каких единицах оценивать эрозионную опасность земель? В настоящее время наиболее часто для оценки эрозионной опасности земель применяют такие качественные критерии, как «слабо эрозионно-опасные», «средне эрозионно-опасные», «сильно эрозионно-опасные», «очень сильно эрозионно-опасные». При выведении таких оценок очень большую роль играет субъективный фактор. По мнению различных исследователей одна и та же местность может быть отнесена и к средне эрозионно-опасной и к сильно эрозионно-опасной. Нередко это связано с тем, что одни исследователи оценку эрозионной опасности устанавливают главным образом по морфометрическим показателям рельефа, другие — по климатическим факторам, третьи — по почвенным. Но даже при оценке эрозионной опасности на основе всестороннего анализа сочетания всех факторов эрозии разные авторы могут дать разную оценку степени опасности.

Потенциальную опасность эрозии иногда оценивают в баллах. Наиболее обстоятельно такой подход был разработан Сильвестровым [12]. Обосновывая целесообразность применения косвенного метода учета влияния на эрозию различных факторов в относительных единицах учета — баллах, Сильвестров писал: «Оценить качественно влияние каждого фактора на развитие эрозионных процессов в настоящее время не представляется возможным, так как физическая сущность этого явления изучена недостаточно и для установления количественных зависимостей необходимы дальнейшие исследования. Тем более трудно оценить количественно совместное влияние климатических условий рельефа и характера сельскохозяйственного использования территории». Хотя это было написано более 10 лет назад, однако, к большому сожалению, следует признать, что справедливость сказанного во многом не потеряла значения и в наши дни. Что же касается конкретных величин баллов, которые были вычислены Сильвестровым с группой его коллег для территории СССР, то, вероятно, сейчас они должны быть пересмотрены за счет некоторого изменения состава показателей, по которым вычисля-

лось влияние природных факторов на эрозию (например, введение показателя эрозионного индекса дождей осадков, показателей водопроницаемости и противоэрозионной устойчивости почв и др.), а также за счет уточнения количественных значений показателей с учетом той информации, которая появилась за последние 15—20 лет. Таким образом, методика вычисления балльной оценки потенциальной опасности эрозии Сильвестрова нуждается в дальнейшей разработке. Следует отметить, что и принятая нами методика вычисления балльной оценки потенциальной опасности эрозии в связи с условиями рельефа [4] также нуждается в пересмотре.

Рядом авторов предложены расчетные математические зависимости количественной оценки прогноза смыва почв. Их обзор содержится в книге Швевса [18]. Многие из этих зависимостей имеют довольно сложные математические выражения, содержат трудновычисляемые коэффициенты и пока не нашли широкого применения. Также следует заметить, что в ряд формул авторами включены степенные зависимости смыва почв в связи с теми или иными показателями, в частности в связи с крутизной и длиной склонов. Так, Федотов [16] на основании данных экспериментальных исследований установил, что удвоение длины склона приводит к возрастанию смыва почвы в степени 2,46, а удвоение крутизны — соответственно в степени 3, 11. Но эти значения нельзя признать универсальными и включать в формулу для прогноза интенсивности эрозии, так как они были получены в определенных условиях эксперимента.

Например, экспериментальные исследования Ф. Дули и О. Гейса показали, что при увеличении уклона с 2 до 4° смыв почвы возрастал в 1,6 раза, при увеличении уклона с 4 до 8° — в 7,2 раза, а при увеличении уклона с 8 до 16° — в 10,3 раза [8]. В то же время на Алабамской станции с удвоением крутизны склонов с 4,5 до 9° было отмечено увеличение смыва в 7 раз, а при удвоении крутизны с 9 до 18° — в 2,3 раза [10]. Таким образом, в одном случае степенная зависимость с возрастанием крутизны склона увеличивалась, в другом — уменьшалась. В наших экспериментальных исследованиях с увеличением уклона с 5 до 10° смыв почвы возрастал при слое осадков, равном 20 мм, в 1,5 раза, а при слое 60 мм в 3 раза; при интенсивности осадков 1 мм/мин в 2,8 раза, а при интенсивности 2 мм/мин в 5,8 раза. В опытах Шапошникова [17] в зависимости от растительного покрова смыв почвы с удвоением крутизны склона возрастал от 1,2 до 3,8 раза. Следовательно, в различных условиях эксперимента удвоение крутизны склона может вызывать различную степень увеличения смыва.

Для расчета смыва почв в США и многих других странах широко применяется эмпирическое уравнение Уишмеера — Смита, которое часто называют «универсальное уравнение потерь почвы» [7, 2, 3, 9]. В основе оценки опасности эрозии лежит эксперимент наблюдений за количеством смыва почвы с единицы площади пара (1/100 акра), обрабатываемого вдоль склона крутизной 4,5° и длиной 22,1 м. Фактический смыв с этой площади соотносится со значениями различных показателей, включенных в уравнение следующего вида:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot i \cdot C \cdot P,$$

где A — смыв почвы с единицы площади, R — фактор осадков, K — фактор эродированности почв, i — фактор крутизны склона, L — фактор длины склона, C — фактор севооборота и системы ведения хозяйства, P — фактор противоэрозионных мероприятий.

Прежде всего следует заметить, что «универсальное уравнение потерь почвы» является далеко не универсальным. Во-первых, оно рассматривает только потерю почвы от смыва. Во-вторых, оно учитывает только потерю почвы от стока дождевых осадков и не учитывает смыв почвы от стока талых вод. В-третьих, уравнение учитывает только по-

терю почвы с пахотных земель и поэтому нельзя пользоваться данным уравнением при оценке возможного смыва почвы с других угодий, в частности прогнозировать эрозию по водосборным бассейнам, занятым различными угодьями.

Представляется далеко не бесспорным и состав показателей, включенных в уравнение. Фактор «*R*» является цифровым выражением способности выпадающих в данной местности осадков смывать почву с незащищенной растительностью участка пара. Этот фактор в формуле выражается в единицах среднегодового эрозионного индекса, который представляет собой сумму произведений кинетической энергии дождевых осадков >12 мм на их максимальную 30-минутную интенсивность. Следует заметить, что для оценки опасности эрозии главное значение имеют не среднегодовые эрозионные индексы осадков, а месячные, которые позволяют оценить эрозионную опасность дождей в связи с почвозащитной характеристикой растительного покрова в данный период развития.

По нашему мнению, мы допустим определенную ошибку, если при вычислении эрозионного индекса не будем учитывать дожди суммой осадков <12 мм. Нельзя согласиться с мнением авторов, что ливни с осадками <10 мм являются неэрозионно-опасными. Мы много раз наблюдали проявление эрозии при выпадении осадков всего в 6—8 мм при очень большой интенсивности ливня (в пике 8—10 мм/мин). Также представляется неудачной и установленная для вычисления эрозионного индекса максимальная 30-минутная интенсивность, которая, вероятно, должна быть заменена на 10-минутную, так как интенсивные ливни, вызывающие сильную эрозию, обычно бывают весьма непродолжительными.

Вообще же, выражая фактор осадков через эрозионный индекс, мы, возможно, излишне преувеличиваем роль кинетической энергии ливней в оценке потенциальной опасности эрозии почв — смыва почвы поверхностным стоком осадков. Этот показатель больше характеризует разрушение почвенных агрегатов ударами капель дождя, что, конечно, увеличивает податливость почв эрозии, но ведь сама эрозия вызывается именно поверхностным стоком. Следует также заметить, что в период выпадения ливней подавляющая часть пашни в той или иной степени защищена растительным покровом, в связи с этим обстоятельством оценку эрозионной опасности ливней, связанной с проявлением «капельной эрозии», вероятно, не следует так сильно преувеличивать. Мы полностью разделяем мнение Конке и Бертрана [7] о том, что «элементом, который оказывает, вероятно, самое большое влияние на сток, является общее количество осадков, выпадающих за время ливня». Поэтому мы полагаем, что необходим дальнейший поиск путей для выражения потенциальной опасности эрозии в связи с характером выпадающих осадков.

Возможно, более целесообразно оценку опасности эрозии в связи со слоем ливневых осадков и интенсивностью их выпадения проводить по показателю «сила ливня» (заметим попутно, что сам термин «сила ливня», вероятно, лучше заменить на «показатель эрозионной опасности дождя»), который вычисляется по формуле Горбачева [13].

Гудзон [2] указывает, что установленный Уишмеером и Смитом эрозионный индекс $E_{1,0}$ оказался малоприменимым для Африки. Поэтому там был разработан метод оценки эрозионной опасности дождей по показателю порога интенсивности, за критический уровень которой принята величина 25 мм/час. Таким образом, существуют разные подходы к оценке эрозионной опасности дождя. Что же касается самого показателя «критическая интенсивность», то, по нашему мнению, он может иметь свое конкретное значение для весьма ограниченной территории, так как опасность проявления эрозии при данной интенсивности дождя определяется сочетанием ряда условий. В одних условиях она может быть равной 0,1 мм/мин, а в других — 1,0 мм/мин. Поэтому нельзя согласиться

с мнениями авторов, которые считают, что ливни с интенсивностью до 0,2 мм/мин являются неэрозионно-опасными, а >0,2 мм/мин — эрозионно-опасными.

Вообще же целесообразность учета показателя, характеризующего интенсивность ливней для оценки эрозионной опасности, не может вызывать сомнения. Этот показатель в сопоставлении с характеристикой водопроницаемости почв указывает на возможность формирования стока.

Представляется, что большим недостатком формулы Уишмеера — Смита является отсутствие в ней показателей стока вод — общий размер стока, его интенсивность, скорость. Именно характеристика эродирующей энергии потока должна быть одной из основных в формуле, оценивающей потенциальную опасность эрозии. При этом должны быть даны показатели стока как дождевых, так и талых вод.

Показатель эродируемости почвы «К» численно равен отношению количества смытой почвы со склонов крутизной 4,5° и длиной 22,1 м, содержащейся под паром с обработкой вдоль склона, к эрозионному индексу осадков. По этому показателю можно высказать следующие замечания. Во-первых, смыв почвы во многом зависит от состояния влажности и плотности почв в период стока и поэтому, вероятно, должны вводиться соответствующие коэффициенты на эти факторы. Во-вторых, вызывает сомнение целесообразность принимать за эталон участок пара, «обрабатываемый вдоль склона». Здесь возникает ряд вопросов: почему принята за эталон обработка вдоль склона? Какая имеется в виду поверхность пара — после вспашки, после культивации или после боронования вдоль склона? Не лучше ли принимать за эталон выровненную легким катком поверхность почвы без следов каких-либо орудий?

Возникает вопрос о целесообразности переноса в наши условия параметров эталонных участков. В США площадка равна 1/100 акра, она имеет длину 72,6 фута (22,1 м), ширину 6 футов и находится на склоне с уклоном 9% (4,5°). По вопросу параметров эталонных площадок разные авторы высказывают самые различные точки зрения. Например, французские исследователи Куатин и Комбиен предложили площадки длиной 32,5 м с уклоном 3%, румынские ученые Стенеску и Стоян рекомендуют площадки длиной 25 м с уклоном 15%. Возможно, что целесообразно длину эталонных площадок принять равной 40 м, что во многих случаях будет совпадать с шириной полос при полосном размещении на склонах культур и с расстояниями между гребневидными террасами. Таким образом, показатель эродируемости почв «К», по нашему мнению, нуждается в дальнейшем изучении.

Факторы рельефа в формуле представлены показателями крутизны склона «i» и длины склона «L». Показатель крутизны склона численно равен отношению количества смытой почвы со склона данной крутизны к количеству смытой почвы с участка с уклоном 4,5°, а показатель длины склона численно равен отношению количества почвы, смытой со склона данной длины, к количеству почвы, смытой с участка длиной 22,1 м при одинаковом уклоне. При этом за длину склона «принимается» расстояние от пояса зарождения стока (водораздельный гребень, канава, терраса) до ближайшего перегиба, где уклон уменьшается настолько, что начинается аккумуляция твердого материала, или до ясно выраженного канала стока естественного либо искусственного происхождения» [9]. Нельзя не заметить, что такая трактовка «длины склона» довольно неопределенна, так как, с одной стороны, далеко не всегда, например, терраса является началом формирования стока, а с другой — часто бывает трудно установить зону аккумуляции, связанную с уменьшением уклона склона; на одном и том же склоне от одного ливня зона аккумуляции может быть на одном месте, а от другого — на другом. Для учета влияния формы склона на эрозию авторы уравнения предлагают на склонах

выпуклой формы брать уклон по нижней части склона, а на вогнутых уклонах — уклон той части склона, которая расположена выше пояса аккумуляции твердого стока. Нельзя не согласиться с мнением Ларионова [9], что такая рекомендация довольно неопределенна. К существенному недостатку формулы, по нашему мнению, следует отнести отсутствие в ней фактора экспозиции склона.

Фактор севооборота и системы ведения хозяйства «С» численно равен отношению количества почвы, смытой при данном севообороте и системе ведения хозяйства, к смыву на площадке, где определяется фактор эродуемости почв. Иногда в нашей переводной литературе фактор «С» называют «агрономическим фактором» [3], «фактором возделывания культур» [2], «фактором чередования культур» [7].

Конке и Бертран [7] помещают таблицу со значениями коэффициента «С» для разных культур в разных севооборотах. Для оценки потерь почвы под бесменной пропашной культурой (кукуруза) принята величина 1. «С» для овса в севообороте после пропашных культур имеет значение 0,25, для яровых после однолетних трав — 0,15, для многолетних трав первого года пользования — 0,01 и т. д. Мы уже ранее проводили наши соображения о неприемлемости самого подхода установления универсальных коэффициентов смыва почвы под культурами вне зависимости от сочетания природных условий территории, в частности режима осадков, а также агротехники их возделывания [6].

Гудзон [2] не без основания отмечает, что «фактор возделывания культур» является очень сложным, потому что существует бесчисленное множество способов возделывания сельскохозяйственных культур. Он пишет, что в «Сельскохозяйственном руководстве» Министерства сельского хозяйства США перечислено 128 способов возделывания культур. Только для кукурузы дано около 60 наборов значений «С» в зависимости от способа возделывания. Это подтверждает наш взгляд, что эрозия почв может больше зависеть от того, как возделываются культуры, чем от того, какие возделываются культуры.

Как нам кажется, оценка потенциальной опасности эрозии может проводиться как с учетом, так и без учета фактора «С», поскольку он очень динамичен.

Фактор «противоэрозионные мероприятия» «Р» учитывает влияние противоэрозионных мероприятий на смыв и численно равен отношению количества почвы, смытой со склона, на котором применяются противоэрозионные мероприятия, к смыву со склона, на котором обработка почвы и посев проводятся вдоль склона. Этим фактором оценивается эффективность трех мероприятий: контурной обработки, полосных посевов и гребневидных террас.

Мы считаем весьма сомнительной целесообразность выделения двух самостоятельных факторов: «С» — «агротехнический фактор», или «фактор севооборота и системы ведения хозяйства», и «Р» — «почвозащитный фактор», или «фактор противоэрозионных мероприятий». Почему, например, контурная обработка и полосные посевы не включаются в агротехнический фактор «С»? Почему фактором почвозащитных мероприятий «Р» оцениваются только три мероприятия, когда их существует несколько десятков?

В работе Конке и Бертрана [7] приводится таблица с показателями эффективности контурной обработки, полосных посевов и террасирования в зависимости от крутизны склонов. Но противоэрозионная эффективность этих мероприятий зависит не только от крутизны склона, но и от сочетания ряда других условий: характера стокообразующих осадков, водопроницаемости и противоэрозионной устойчивости почв и т. д., поэтому значение этих факторов для разных условий будет различным.

Вообще же мы не считаем целесообразным введение в формулу показателя «Р» тем более, если в формуле имеется показатель «С», вклю-

чающий и систему ведения хозяйства. В нашем представлении система ведения хозяйства включает и систему противоэрозионных мероприятий.

Высказанные выше критические соображения по составу показателей, включенных в уравнение Уишмеера — Смита, следует рассматривать в порядке постановки вопросов для их всестороннего глубокого изучения. Для выяснения влияния различных факторов на проявление эрозии в разных природных зонах необходимо по единой программе проведение

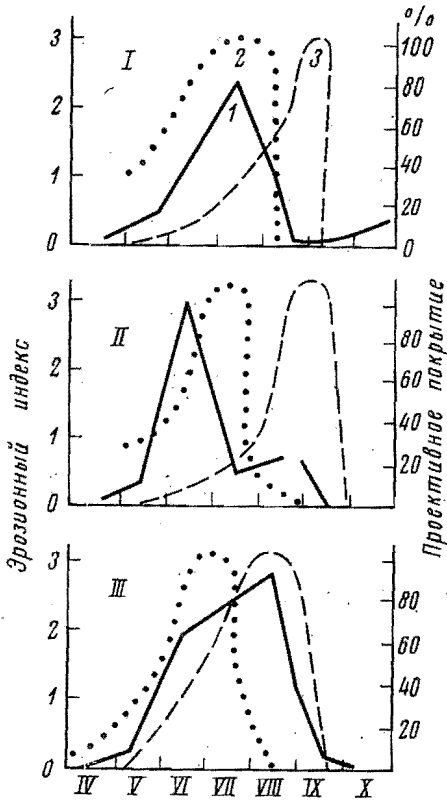


Рис. 1

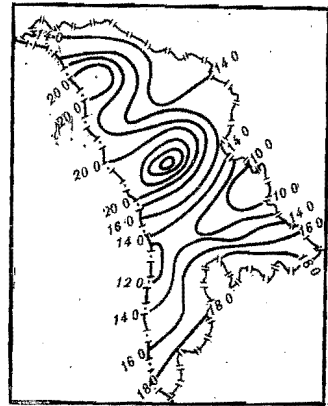


Рис. 2

Рис. 1. Графики динамики месячного эрозионного индекса осадков (1), проективного покрытия пшеницы (2) и кукурузы (3) в Дагестанской АССР
I — равнинный район, II — предгорный район (Буйнакс), III — горный район (Хунзах)

Рис. 2. Среднегодовой эрозионный индекс дождей Молдавской ССР за 1961—1975 гг.

многолетних стационарных исследований, а также моделирование этих процессов в лабораторных и полевых условиях.

Несмотря на критическое отношение к ряду показателей, включенных в уравнение Уишмеера — Смита, вряд ли в настоящее время имеются основания для полного отказа от использования отдельных показателей этого уравнения при оценке эрозионной опасности земель. С 1972 г. в Проблемной лаборатории эрозии почв географического факультета МГУ для ряда республик проводят вычисление эрозионных индексов дождевых осадков.

Была составлена таблица для расчета эрозионного индекса осадков в метрических единицах измерения [14] и с ее использованием карта величины эрозионного индекса осадков за период с апреля по октябрь для Дагестанской АССР. Наиболее низкими величинами эрозионного индекса осадков (ЭИ) характеризуются равнинные прикаспийские районы ($ЭИ < 2$) и наиболее высокими — горные районы ($ЭИ > 8$).

Для пахотных земель эрозионная опасность дождевых осадков должна оцениваться по совмещенному графику динамики месячного эрозионного индекса осадков и динамики проективного покрытия возделываемых культур. Из данных рис. 1 видно, во-первых, что в разных зонах максимальные значения месячных эрозионных индексов весьма различ-

ны и, во-вторых, что почвозащитная способность пшеницы и кукурузы во многом определяется состоянием проективного покрытия в периоды с максимальными эрозионными индексами осадков. Так, в равнинном районе почвозащитной культурой является пшеница, а в Хунзахском — в основном кукуруза, здесь максимальный эрозионный индекс приходится на август, т. е. на период, когда кукуруза имеет максимальное проективное покрытие.

При разработке генеральной схемы противоэрозионных мероприятий для Дагестанской АССР проводили оценку почвозащитной способности

Таблица 1

Почвозащитная характеристика полевых культур

Показатель	Р а й о н		
	равнинный	предгорный	горный
Структура посевных площадей, %			
озимые зерновые	70	50	55
яровые зерновые	10	30	40
пропашные	20	20	5
Проективное покрытие культур в августе, %			
озимые зерновые	20	90	80
яровые зерновые	90	90	90
пропашные	80	80	60
Средневзвешенное проективное покрытие в августе	39	88	83
Эрозионный индекс дождевых осадков в августе	0,2	0,01	3,0

состава возделываемых культур в разных высотных зонах с учетом динамики средневзвешенного проективного покрытия и месячного эрозионного индекса осадков [1]. Средневзвешенное проективное покрытие культур и эрозионный индекс осадков вычисляли помесячно. В виде примера в табл. 1 приведены данные, характеризующие почвозащитную способность состава возделываемых культур в разных высотных поясах в августе (для примера взяты условные цифры структуры посевных площадей и проективного покрытия).

Как видно из данных табл. 1, наибольшая опасность эрозии в августе создается на пахотных землях в горном районе и наименьшая — в предгорном.

Чем выше процент проективного покрытия и меньше эрозионный индекс дождевых осадков, тем меньше потенциальная опасность для проявления эрозии. Эту зависимость можно выразить формулой:

$$П = \frac{Пп}{R} K,$$

где $П$ — потенциальная опасность эрозии в связи с проективным покрытием культур и эрозионным индексом дождевых осадков; $Пп$ — проективное покрытие, %; R — эрозионный индекс дождевых осадков; K — коэффициент.

Значение коэффициента устанавливается эмпирически. Он должен отражать количественную зависимость проявления эрозии между эрозионным индексом осадков и проективным покрытием. Кроме того, он, очевидно, должен учитывать и другие факторы, определяющие почвозащитную характеристику культур — площадь покрытия почвы основаниями стеблей, почвозащитную характеристику корневой системы и др.

В Проблемной лаборатории эрозии почв МГУ также проводили оцен-

ку опасности смыва почв с пашни без растительного покрова (пар) по первым четырем показателям уравнения Уишмеера — Смита:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot i,$$

где A — возможный смыв почвы при отсутствии противоэрозионных мероприятий; R — эрозионный индекс дождей осадков; K — эродруемость почв; L — длина линии тока; i — уклон склона.

Эта проработка была выполнена на примере Молдавской ССР с участием сотрудников лаборатории Л. Н. Ганжара, Г. А. Ларионова, Л. Ф. Литвина и Н. П. Тарабрина.

Вначале были вычислены годовые эрозионные индексы осадков и составлена соответствующая карта (рис. 2). Эродруемость почв была рассчитана по номограмме Уишмеера — Смита, Джонсона и Кросса [19]

Таблица 2

Показатели эродруемости почв Молдавии

Почва	Частицы от 0,1 до 0,001 мм, %	Частицы >0,1 мм, %	Гумус, %	K_1 , т/акр	Водопроницаемые агрегаты >0,25 мм, %	Водопроницаемость, мм/мин	K_2 , т/акр	$K_{т/га}$ ($K_2 \cdot 7,7$)
Серая лесная	60	5	3	0,23	25	3	0,22	1,70
Темно-серая лесная	55	5	4	0,17	40	3	0,13	1,01
Чернозем выщелоченный	62	0	5	0,13	55	2,5	0,12	0,93
Чернозем типичный	59	0	5	0,11	65	2,5	0,10	1,77
Чернозем обыкновенный	65	5	4	0,22	30	1,5	0,24	1,84
Чернозем карбонатный	79	0	3	0,34	25	2,0	0,34	2,63

на основании пяти показателей: 1) содержания мелкопесчаной и пылеватой фракции (0,1—0,05 мм); 2) содержания песка (>0,1 мм); 3) содержания гумуса; 4) отструктуренности почв; 5) водопроницаемости почв. Под показателем эродированности авторы понимают количество смывтой почвы на единицу эрозионного индекса осадков с участка пара, обрабатываемого вдоль склона крутизной 4,5° и длиной 22,1 м. Номограмма Уишмеера — Смита, Джонсона и Кросса была несколько модернизирована за счет введения числовых градаций отструктуренности и водопроницаемости почв, расширения диапазона содержания в почве гумуса и пересчета показателей на метрическую систему (рис. 3). По условно принятым значениям, характеризующим основные генетические типы почв Молдавии, были вычислены показатели эродруемости почв (табл. 2). Была использована ранее составленная картограмма распределения пахотных земель по крутизне склонов по административным районам республики [6] и вычислены средневзвешенные значения распределения пахотных земель по уклонам. В качестве показателей длины склонов были приняты средние протяженности границ полей севооборотов, размещенных вдоль склонов, по природным зонам республики.

Значение показателей длины и крутизны склонов вычисляли по следующей эмпирической формуле:

$$LI = \frac{\sqrt{L}}{100} \cdot (1,36 + 0,97I + 0,1385I^2) / \sqrt{L_c} \cdot (1,36 + 0,97I_c + 0,1385I_c^2),$$

где L — длина склона, м; I — крутизна склона, %; L_c — длина стандартной площадки, м; I_c — крутизна стандартной площадки, %.

Эта формула для использования средневзвешенных показателей крутизны обрабатываемых склонов была преобразована и получила следующий вид:

$$L_{\text{ср. вз.}} \cdot I = \frac{L}{100L_c I_c} (I_1 S_1 + I_2 S_2 + \dots),$$

где $L_c I_c$ — функция рельефа для стандартной площадки; I_1, I_2, I_3 — крутизна склонов, %; S_1, S_2, S_3 — площадь склонов данной крутизны.

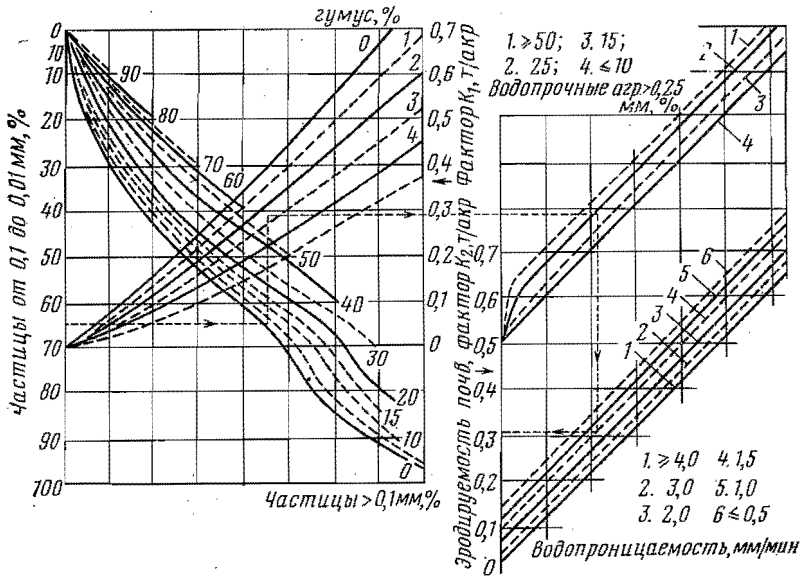


Рис. 3. Номограмма эродированности почв

В табл. 3 приведены вычисленные по этой формуле функции крутизны и длины обрабатываемых склонов для ряда административных районов Молдавии, расположенных в разных природных зонах. Подобные вычисления были выполнены для всех административных районов.

Таблица 3
Значение фактора рельефа (Молдавская ССР)

Административный район	$E (IL)_{\text{ср. вз.}}$	$I_{\text{ср. вз.}}$, %	L , м
Северная зона			
Сорокский	3,71	5,53	500
Дрокиевский	3,37	5,55	500
Единецкий	3,96	5,51	500
Центральная зона			
Каларашский	11,4	10,97	300
Ниспоренский	8,24	9,29	300
Страшенский	6,97	8,37	300
Южная зона			
Леовский	3,82	5,38	400
Кагульский	4,92	5,72	400
Вулканештский	2,97	4,84	400
Юго-восточная зона			
Суворовский	1,40	4,24	200
Тираспольский	0,67	2,16	200

С использованием вычисленных для Молдавии данных годового эрозионного индекса дождевых осадков, показателей эродируемости почв, средневзвешенных значений крутизны обрабатываемых склонов и средней протяженности полей вдоль склонов впервые в нашей стране таким методом был оценен потенциальный смыв почвы с паровых полей без применения на них противоэрозионных мероприятий. На основании полученных данных на картограмме (рис. 4) различной штриховкой вы-

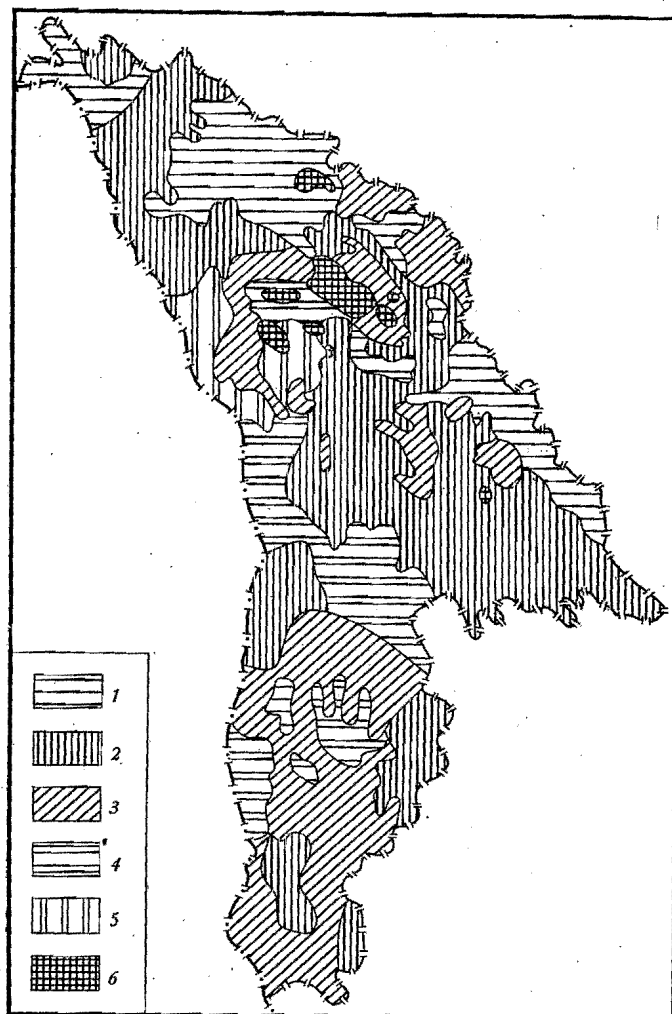


Рис. 4. Картограмма потенциального смыва почвы с паровых полей при отсутствии противоэрозионных мероприятий (Молдавская ССР)

Среднегодовой смыв почвы с пара, *т/га*: 1 — до 50, 2 — 50—100, 3 — 100—150, 4 — 150—200, 5 — 200—250, 6 — >250

делены контуры с возможной величиной смыва почвы с паровых полей при отсутствии противоэрозионных мероприятий. На карте выделены шесть градаций смыва почвы — от 50 до 250 *т/га*. Молдавия была взята в качестве модели для методической проработки данного вопроса, и вполне возможно, что конкретные значения показателей, включенных в формулу, нуждаются в корректировке; в этом случае должны быть откорректированы и границы выделенных районов по потенциальной опасности эрозии. В частности, нуждается в дальнейшей проработке вопрос оценки водопроницаемости почв. Для вычисления показателей эродируе-

мости почвенного покрова территорий необходимо устанавливать процентное соотношение почв разных генетических типов, для которых были вычислены значения «К».

Необходим дальнейший поиск путей разработки методики количественной оценки эрозионной опасности земель. Формула для расчета потенциальной опасности эрозии должна включать климатические показатели потенциальной опасности эрозии от стока как дождевых, так и талых вод.

В литературе вместо термина «оценка эрозионной опасности земель» часто применяется термин «прогнозирование эрозии». По нашему мнению, последняя формула менее удачна, так как мы не предсказываем проявление эрозии, не прогнозируем развитие эрозии в результате неправильного, бесхозяйственного использования земель в районах, где природные условия создают возможность для проявления эрозионных процессов, а именно оцениваем степень эрозионной опасности земель для обоснования необходимых противоэрозионных мероприятий. В связи со сказанным нужно правильно истолковывать количественные значения оценки эрозионной опасности земель, когда они выражаются в $t/га$. Здесь не дается прогноз смыва почвы, а только указывается степень опасности проявления эрозии, если не будут осуществляться противоэрозионные мероприятия. Вообще же не совсем удачно в одних и тех же единицах оценивать потенциальную опасность эрозии и интенсивность ее проявления.

Таким образом, следует признать, что многие вопросы методики оценки и картографирования эрозионно-опасных земель разработаны еще недостаточно. В связи с этим необходимо расширить исследование по решению этих вопросов.

Литература

1. Азаркина Н. Н., Жаркова Ю. Г. Методика оценки почвозащитных свойств полевых культур. В сб.: Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в разных природных условиях. Изд. МГУ, 1976.
2. Гудзон Н. Охрана почвы и борьба с эрозией. «Колос», 1974.
3. Джонсон У. М. Роль земледелия и водного хозяйства в сельскохозяйственном производстве и охране земельных и водных ресурсов. Тр. X Междунар. конгр. почвов. т. 9. «Наука», 1974.
4. Заславский М. Н. Эрозия почв и земледелие на склонах. Кишинев, 1966.
5. Заславский М. Н. Об учете факторов, определяющих потенциальную опасность проявления эрозии. В сб.: Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования. М., 1972.
6. Заславский М. Н. Особенности разработки и внедрения севооборотов на склонах в районах проявления водной эрозии почв. В сб.: Вопросы эрозии и повышения продуктивности склоновых земель Молдавии, вып. 6, 1969.
7. Конке Г., Бертран А. Охрана почвы. Сельхозиздат, 1962.
8. Корнев Я. В. Эрозия почвы как фактор урожайности. В сб.: Эрозия почв. Изд. АН СССР, 1937.
9. Ларионов Г. А. Зарубежный опыт оценки потенциальной опасности эрозии. В сб.: Оценка и картирование эрозионно-опасных и дефляционно-опасных земель. Изд. МГУ, 1973.
10. Лопатин Г. В. Наносы рек СССР. Географиздат, 1952.
11. Михальченко А. К. Разработка генеральной схемы противоэрозионных мероприятий в Алтайском крае. В сб.: Современное земустройство, изучение и организация рационального использования земельных ресурсов. Тез. докл. к Всес. конф. М., 1972.
12. Сильвестров С. И. Сравнительная оценка влияния на эрозию основных факторов. В кн.: Районирование территории СССР по основным факторам эрозии (под ред. Д. Л. Арманд). «Наука», 1965.
13. Сластухин В. В., Синявский П. В. Прогноз динамики ливневой эрозии почв на водосборах малых рек. В сб.: Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования. М., 1972.
14. Тарабрин Н. П. Методика определения эрозионного индекса дождей. В сб.: Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в разных природных условиях. Изд. МГУ, 1976.
15. Указания по составлению генеральной схемы противоэрозионных мероприятий на область, край и автономную республику РСФСР. М., 1971.

16. Федотов В. С. К вопросу районирования территории по потенциальной опасности проявления водной эрозии почв (на примере Молдавской ССР). В сб.: Вопросы методики почвенно-эрозионного картографирования. М., 1972.
17. Шапошников А. П. Процессы смыва и размыва почвогрунтов в районе правобережья среднего Днепра. Советская агрономия, 1940, № 10.
18. Швец Г. И. Формирование водной эрозии стока наносов и их оценка. Л., Гидрометиздат, 1974.
19. Wischmeier W. H., Johnson C. B., Cross B. V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J. Soil and Water Conserv., 26, № 5, 1971.

Проблемная лаборатория эрозии
почв и русловых процессов МГУ

Дата поступления
21.VI.1976 г.

M. N. ZASLAVSKY

**METHODICAL PROBLEMS IN EVALUATION AND MAPPING
OF EROSION-HAZARDOUS LANDS**

Methodical problems in evaluation and mapping of erosion-hazardous lands and the reasons for the use of the Wischmeier — Smith equation are discussed. Methods of using a part of this equation for calculation of possible soil erosion in fallowed fields are described.
