

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.459(571.15)

А.Е. Кудрявцев

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ И МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИН АЛТАЯ

Ключевые слова: эрозионные процессы, пахотные почвы, интенсивность смыва, степень эродированности, экологически допустимая норма смыва, информационно-логический анализ.

Введение

Эрозионные процессы в пахотных почвах, в частности, интенсивность смыва, согласно существующим научным представлениям об эрозии почв зависят от природных условий и хозяйственной деятельности человека. Безусловно, между всеми факторами, создающими возможность для проявления эрозии, существует тесная связь. Рельеф, почвенный покров, растительность, а также геологические образования, влияя на развитие эрозии, могут сами со временем меняться под воздействием эрозионных процессов. Поэтому при использовании земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве необходимо рассматривать природные условия и хозяйственную деятельность человека в тесной взаимосвязи с теми изменениями, которые происходят в результате эрозии. По мнению многих авторов, в природных ландшафтах с естественными ценозами эрозионные процессы протекают постоянно, не оказывая существенного влияния на почвенный покров [1]. Однако эти же авторы указывают и на то, что при вовлечении земельных ресурсов в пашню размеры эрозионных процессов могут становиться глобальными, и страдают не только почвы, но и окружающие их ландшафты, а в иных случаях используемые человеком территории могут превращаться в пустыни.

В Алтайском крае, по данным ЗапСибНИИГипрозем, на сегодняшний

день практически не осталось пахотных почв, незатронутых деградационными процессами, поэтому изучение интенсивности эрозионных процессов в пахотных почвах актуально. Поскольку площади эродированных и эрозионно-опасных почв составляет около 3 млн га, а площадь дефляционно-опасных и дефлированных 4,3 млн га научные представления позволят эффективнее использовать пахотные угодья и разрабатывать мероприятия способствующие приостановлению эрозионных процессов [2]. На сегодняшний день сохранение потенциала пахотных почв является основной задачей земледельца, ведь мир уже безвозвратно потерял 2 млрд га продуктивных земель.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований послужили пахотные почвы, расположенные на территории умеренно засушливой колючей степи обыкновенных черноземов, лесостепи выщелоченных черноземов и серых лесных почв, черноземов предгорных равнин и межгорных котловин Алтая. По своим природным условиям и антропогенной нагрузке исследуемые территории, где преобладает водная эрозия, неоднородны. Для определения интенсивности эрозионных процессов закладывали площадки наблюдения с использованием топографической основы и карты сельскохозяйственных угодий, позволяющие учитывать элементы рельефа и хозяйственную деятельность. На площадках наблюдения с 2001 по 2009 гг. в 3-й декаде марта и 1-й декаде апреля измеряли снежный покров и плотность снега. После схода снежного покрова по методу С.С. Соболева определяли интенсивность смыва с помощью замера струй-

чатых размывов, кроме того, и оценивали интенсивность смыва по им же предложенной шкале. На каждой площадке наблюдения закладывали почвенные разрезы, в которых отбирались и анализировались почвенные образцы. Для определения влияния природных условий на интенсивность смыва и противоэрозионную устойчивость использовали информационно-логический анализ, который позволил определить степень значимости природных условий в развитии эрозионных процессов.

Экспериментальная часть

По данным почвенно-эрозионного районирования Алтайского края, исследуемые территории характеризуются очень сильной интенсивностью эрозионных процессов [3]. Наши исследования позволили определить интенсивность смыва пахотных почв, которая выше так называемой допустимой нормы смыва и в основном характеризуется значительным и сильным смывом, причем прослеживается четкая закономерность увеличения интенсивности смыва с изменением сложности рельефа. Так, наименьшим смывом характеризуются территории с менее выраженными перепадами высот, т.е. территории умеренно засушливой колочной степи и лесостепи. Специфические состояния интенсивности смыва этих территорий находятся в интервалах от 3 до 30 т/га. Сильным и очень сильным смывом характеризуются предгорные равнины и межгорные котловины Алтая, поскольку эти пахотные почвы, во-первых, расположены на более крутых склонах, во-вторых, интенсивности смыва способствуют погодные условия, в-третьих, возможно, существующая агротехника не способна защитить пахотные почвы от эрозионных процессов и др. Не следует считать, что на исследуемых территориях нет пахотных почв, подверженных слабой эрозии и тем более незэродированных пахотных почв. Интенсивность эрозионных процессов, как правило, определяет совокупность природных условий, причем один из них может быть ведущим.

Многие исследователи считают климат определяющим условием в развитии эрозионных процессов, причем к основному элементу климата, оказывающего влияние на эрозионные процессы, относят осадки [4]. Для Западной Сибири в этом вопросе важны твердые осадки и их процесс снеготаяния.

Рассматривая влияние высоты снежного покрова на интенсивность смыва, установили, что на площадках наблюдения в разные годы максимальные значения высоты снежного покрова составляли 60 см и более, минимальные 10 см и менее. Эти значения в целом соизмеримы с значениями метеостанций, иногда имеют отклонения, которые можно объяснить неоднородностью природных условий со стационарами на метеостанциях. Во всех случаях высота снежного покрова коррелирует с интенсивностью смыва. Наименьшая высота снежного покрова < 10-20 см определяет среднюю и слабую интенсивность смыва. Однако при такой высоте снежного покрова интенсивность смыва может увеличиваться до значительного уровня, по-видимому, это обусловлено другими природными условиями, оказывающими большее влияние на интенсивность смыва. Например, при такой высоте снежного покрова пахотные почвы могут быть расположены на более крутых склонах, а меньшее формирование снежного покрова обуславливали другие природные условия. Либо территория не защищена растительностью, или на пахотных почвах осенью проведена отвальная обработка. Возможен и такой вариант, что процесс снеготаяния протекает более интенсивно, допустим, из-за активности солнечной радиации, связанной с расположением склона относительно сторон света и др.

Высота снежного покрова 50 и > 50 см обуславливает очень сильную и сильную интенсивность смыва, что вполне логично и подчиняется основным законам физики, большая масса снега формирует большее количество воды, которое, в свою очередь, обуславливает интенсивность эрозионных процессов.

Снежный покров следует считать косвенным показателем, непосредственным источником эрозионных процессов является вода, которая образуется из снега в процессе снеготаяния. Связь интенсивности смыва и запасов воды в снеге прямолинейная, по коэффициенту эффективности канала связи выше, чем связь с интенсивностью смыва высоты снежного покрова, и отображает увеличение интенсивности смыва с увеличением запасов воды. Так, при запасах воды в снеге от 50 мм и менее интенсивность смыва не превышает среднего уровня, увеличение запасов воды в снеге до 110 мм и более приводит к увеличению и интенсивности

смыва почв до сильных и очень сильных значений. Это влияние запасов воды в снеге подчиняется законам физики, большая масса воды увеличивает скорость потока воды, что является основанием для увеличения интенсивности смыва. При максимальных значениях воды в снеге более 110 мм может происходить и снижение интенсивности смыва. Такая особенность, на наш взгляд, обусловлена замедленным процессом снеготаяния, допустим, на северных склонах, что вполне возможно, либо слабой активностью солнечной радиации при весеннем снеготаянии и др.

Рельеф, как и климат, может провоцировать интенсивность развития эрозионных процессов. Каждая территория обладает свойственным ей комплексом склоновых поверхностей, на которых происходят эрозионно-денудационные процессы определенной интенсивности и направленности. Рассматривая влияние крутизны склона на интенсивность смыва в пахотных почвах исследуемых территорий, можно констатировать, что с увеличением крутизны склона увеличивается интенсивность смыва. Нами установлены интервалы смыва почв для каждой крутизны склона. Так, на склонах крутизной до одного градуса, т.е. на слабопокатых склонах, интенсивность смыва не превышает среднего уровня. Соответственно, на пологих склонах интенсивность смыва увеличивается до среднего уровня, а на покатых – от среднего до сильного. Покато-крутые и полого-крутые склоны характеризуются максимальными значениями интенсивности смыва 30 и более $\text{м}^3/\text{га}$. Помимо крутизны склона на интенсивность эрозионных процессов оказывает влияние и такой показатель рельефа, как длина склона. Исследованиями установлено, что с увеличением длины склона в 3 раза интенсивность смыва увеличивается в 10 раз. Слабой интенсивностью смыва характеризуются склоны длиной до 500 м, максимально возможная интенсивность смыва характерна для склонов от 1,5 км и более.

Весьма важным показателем, определяющим опасность эрозии, является экспозиция склона. В разных климатических условиях влияние этого фактора на развитие эрозионных процессов различно на это указывают исследования Уварова (1980), Орлова (1983), Ковалева (1992), Путилина (2002), и др. [5]. Наши исследования позволили установить интенсивность

смыва относительно встречающихся в природных условиях экспозиций склона. Максимальной интенсивностью смыва (от значительного до очень сильного) характеризуются склоны южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции. Северные склоны в меньшей степени подвержены эрозионным процессам. На этих склонах интенсивность смыва не превышает $15 \text{ м}^3/\text{га}$.

Логично было установить связь интенсивности смыва с частью склона. Часть склона – это территория склона относительно выше перечисленных элементов рельефа, характеризующаяся их совокупностью, позволяющая разделить рассматриваемый склон на четыре составляющих части. На исследуемых объектах отмечается четкая закономерность увеличения смыва почвы от водораздела к нижней части склонов. Пахотные почвы, расположенные на водоразделах, как правило, не эродированы и характеризуются слабой интенсивностью смыва или её отсутствием. В верхней части склона в большинстве случаев отмечается значительная и средняя интенсивность смыва. Специфичное состояние интенсивности смыва средней части склона находится в интервалах $15\text{-}30 \text{ м}^3/\text{га}$. Эта часть склонов характеризуется самыми высокими значениями интенсивности смыва. Интенсивность смыва в нижней части склона неоднозначна. Специфичные состояния интенсивности смыва в этой части склона соответствует интенсивности смыва средней части склона $15\text{-}30 \text{ м}^3/\text{га}$. Однако интенсивность смыва в нижней части склона может быть как максимально возможной, так и максимально низкой. В первом случае формируются среднесмытые и сильносмытые почвы, во втором случае – намытые. Такие особенности в нижней части склонов обусловлены вышеперечисленными природными условиями, противоэрозионной устойчивостью почв и сельскохозяйственным подходом земледельцев в использовании этих территорий.

Немаловажное влияние на интенсивность эрозионных процессов оказывает антропогенное воздействие. Суть антропогенного воздействия при использовании земельных ресурсов в отрасли растениеводства заключается в смене естественных растительных формаций на культурные. Учеными установлено, что естественная растительность по своим почвозащитным свойствам значительно превосходит культурную. Известно, что травяни-

стая растительность задерживает до 15-20% выпадающих осадков, а кроны деревьев – еще больше. Благоприятные предпосылки для развития водной эрозии создают обработки почв, и в то же время они являются необходимым условием, обеспечивающим рост и развитие культурных растений. Изучив влияние агротехнических приемов на противоэрозионную устойчивость почв, была выявлена интенсивность смыва по видам обработок. Наибольший смыв почвы отмечается по плоскорезной обработке более 30 м³/га, наименьший – по культивации от 8 до 15 м³/га. Противоэрозионная устойчивость почв к смыву при отвальной вспашке характеризуется средними значениями и составляет 15-30 м³/га. Повышенную противоэрозионную устойчивость почв по культивации можно объяснить большей защищенностью поверхности почвы стерней. Используя опубликованные результаты исследований Орлова (1973, 1975, 1976, 1980), Уварова (1977, 1978, 1980), Путилина (1981, 1982, 1983) позволили нам определить противоэрозионную устойчивость почв, расположенных под многолетними травами и целиной [5]. Следует отметить, что интенсивность смыва почв под многолетними травами и целиной по абсолютным значениям не превышает экологически допустимых величин. Целинные почвы характеризуются большей противоэрозионной устойчивостью, чем почвы, расположенные под многолетними травами. В 70% случаев на целине смыв отсутствует, т.е. только раз в 3-4 года на целинных почвах может наблюдаться смыв в пределах экологически допустимой нормы смыва. Не трудно объяснить низкий смыв почв, обусловленный растительным покровом, который является проекционным покрытием, препятствующим развитию эрозионных процессов, и способствует лучшему впитыванию талых вод.

Кроме вышеперечисленных природных условий и антропогенной деятельности, оказывающих влияние на развитие эрозионных процессов, нами была изучена противоэрозионная стойкость таких свойств почв, как процентное содержание в почве физической глины, содержание гумуса, илистой фракции, водопрочных агрегатов, пористость, содержание структурных агрегатов, водопроницаемость, плотность, осенние запасы влаги, реакция среды. Анализируя результаты противоэрозионной устойчивости перечисленных свойств

почв, можно отметить, что почвенные условия – не менее значимые в эрозионных процессах, где существуют свои особенности, определяющие противоэрозионную стойкость либо ее отсутствие, о чем будет прописано в последующих работах, поскольку объем публикуемой работы ограничен.

Рассмотрев влияние природных условий на интенсивность смыва, по коэффициенту эффективности канала связи и общей информативности, нами была определена значимость рассматриваемых факторов, влияющих на интенсивность эрозионных процессов в пахотных почвах. По эффективности канала связи рассматриваемые природные условия, определяющие интенсивность смыва, выстраиваются в следующий ряд:

$$K_c > Z_v > h > \varepsilon_c > L_c > C_c > O_{br} > \\ > \Phi_g > \Gamma > Ил > B_a > P > A_c > B_p > \\ > d > O_z > pH,$$

где K_c – крутизна склона, град.;

Z_v – запасы воды в снеге, мм;

h – высота снежного покрова, см;

ε_c – экспозиция склона;

L_c – длина склона, км;

C_c – часть склона;

O_{br} – основные обработки почвы;

Φ_g – содержание физической глины,

%;

Γ – содержание гумуса, %;

Ил – содержание илистой фракции,

%;

B_a – водопрочные агрегаты, %;

P – пористость, %;

A_c – структурные агрегаты, %;

B_p – водопроницаемость, мм;

d – плотность, г/см³;

O_z – осенние запасы влаги (0-20), см;

pH – реакция среды.

Анализируя информационно-логический ряд, можно считать рельеф и климат определяющими природными условиями в развитии эрозионных процессов, менее значимыми – растительность, хозяйственная деятельность и потенциальное плодородие почв. На наш взгляд, потенциальное плодородие является условием, создающим противоэрозионную устойчивость пахотных почв, либо его отсутствие, в свою очередь эрозионные процессы обуславливают изменение потенциального плодородия. Наиболее значимыми свойствами почв, определяющими противоэрозионную стойкость, следует считать гранулометрический состав и содержание гумуса. Менее значимым свойством, участвующим в противоэрозионной стойкости

пахотных почв исследуемых территорий, является реакция среды, поскольку она опосредованно оказывает влияние на противозерозионную стойкость почв.

Интенсивность смыва на пахотных почвах, ровно так же как и в естественных условиях, оказывает влияние на степень эродированности, которая является показателем, определяющим совокупность изменений потенциального плодородия. Отрицательной стороной степени эродированности почвенного покрова следует считать не интенсивность протекающих процессов, оказывающих влияние на эффективное плодородие, а разрушение строения почвенного профиля и потерю потенциального плодородия, для восстановления которых природе потребуется сотни лет, а то и более. Возможны случаи, когда природа не может полностью восстановить утраченное плодородие, это состояние характеризует степень эродированности. Определение степени эродированности – достаточно сложный процесс, имеющий свой методический подход, который в основном основывается на определении потери содержания гумуса либо мощности гумусового горизонта или другими показателями потенциального, а возможно, и эффективного плодородия. На выделенных ключевых участках, где определяли интенсивность смыва, проводили почвенную корректировку, позволяющую определить степень эродированности и, как следствие, ее зависимость от интенсивности смыва. Установленная зависимость позволяет определить степень эродированности при имеющихся результатах интенсивности смыва. Влияние интенсивности смыва на степень эродированности – прямолинейное и характеризуется увеличением степени эродированности при увеличении интенсивности смыва. Неэродированные почвы развиваются при отсутствии смыва либо в пределах экологически допустимых норм интенсивности смыва, не превышающего $3 \text{ м}^3/\text{га}$. Увеличение интенсивности смыва до среднего уровня определяет слабую и среднюю степень эродированности. Самая высокая степень эродированности (сильноэродированные почвы) обусловлена очень высокой интенсивностью смыва более $30 \text{ м}^3/\text{га}$.

Заключение

Таким образом, наши исследования позволили установить, что интенсивность смыва пахотных почв определяется сово-

купностью природных условий, среди которых рельеф является основополагающим. Интенсивность смыва в пахотных почвах умеренно засушливой степи и лесостепи находится на уровне от 8 до $30 \text{ м}^3/\text{га}$, что соответствует значительному и сильному уровням. В предгорных равнинах и междгорных котловинах Алтая интенсивность смыва увеличивается до сильного и очень сильного уровня. Наиболее значимым фактором рельефа следует считать крутизну склона. Склоны до 1° допускают развитие эрозионных процессов до среднего уровня, на склонах более 7° интенсивность смыва превышает более $30 \text{ м}^3/\text{га}$. К не менее значимому условию, определяющему развитие эрозионных процессов, следует относить климат, а именно количество твердых осадков. Противозерозионная устойчивость пахотных почв, определяемая хозяйственной деятельностью и потенциальным плодородием, менее значима. В то же время хозяйственная деятельность, а именно проводимые основные обработки либо их отсутствие, могут служить первопричиной, обуславливающей развитие эрозионных процессов. В свою очередь, изменения потенциального плодородия обусловлены эрозионными процессами, что является результирующим показателем, который определяет степень эродированности, аккумулирующей в себе изменения, происходящие с потенциальным плодородием, зачастую обусловленные хозяйственной деятельностью человека. В дальнейших работах степень эродированности и изменения потенциального плодородия мы используем как индикатор, определяющий экологическое состояние пахотных почв.

Библиографический список

1. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – М.: Изд-во МГУ, 1996.
2. Материалы ЗапСибНИИГипрозема, 2002 г.
3. Атлас Алтайского края / Главное управление геодезии и картографии при совете Министров СССР. – М., 1978. – 222 с.
4. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л.М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 200 с.
5. Путилин А.Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 184 с.

