

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Т.А. Романова, А.Ф. Черныш, А.Н. Червань, А.Э. Радюк  
*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск*

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших проблем XXI века является необходимость рационального использования природных ресурсов с максимально возможным повышением их продукционной способности при сохранении экологического равновесия. Решению этой проблемы должна предшествовать инвентаризация природных ресурсов, в которых почвенный покров составляет не только основную базу, но и главный источник информации.

Рациональное использование земельных ресурсов и их охрана в значительной степени зависят как от существующей системы управления, так и от качества информационного обеспечения землепользования. Особенно актуально это для районов, характеризующихся сложной экологической обстановкой, проявлением негативных природных и антропогенных процессов. Информация о состоянии почвенно-земельных ресурсов может быть полезна и для землепользователей, ставящих целью только сохранение земель при достигнутой производительности. Основными документами, содержащими первичные сведения о почвенном покрове в тех или иных границах, являются почвенные карты. К настоящему времени в республике проведено три тура крупномасштабных почвенно-геоботанических и почвенных обследований, что позволяет в полной мере использовать информативность почвенных карт для получения новых данных, обеспечивающих надежную основу неистощительного устойчивого использования природных ресурсов самых разнообразных территорий.

Однако любым программам использования природных ресурсов должна предшествовать их оценка, по возможности, количественная, чему и посвящена предлагаемая работа.

Ее основу составляет системный подход к анализу почвенного покрова, суть которого заключается в выделении на почвенных картах закономерно организованных сочетаний почв – почвенных комбинаций (ПК), являющихся компонентами структуры почвенного покрова (СПП). ПК обладают повторяющимися, типизированными признаками, характеризующими не только почвы, но также рельеф, геоморфологические и литологические особенности, средневзвешенный балл плодородия с поправкой на степень неоднородности почвенного покрова и однотипными реакциями на стихийные и антропогенные воздействия. На картах количество ПК, характеризующих почвенный покров, несравненно меньше чем почвенных контуров, что дает возможность существенно упростить и сделать более четкой инвентаризацию природных ресурсов, оценить естественный потенциал хозяйственного использования ПК как природной системы. Такие системы, по сути, являющиеся конкретными объектами хозяйственной деятельности и охраны природы, могут быть отнесены к категории «типов земель» (ТЗ) [5].

Собранные в процессе почвенных обследований материалы обеспечивают не только выделение на картах, диагностику и текстовые характеристики ТЗ, но и показатели, количественно оценивающие потенциал почвенно-земельных ресурсов, позволяющий определить направления природопользования, наиболее соответствующие комплексу природных факторов, как в пределах типов земель, так и в границах хозяйств, что потребовало особой методики, последовательные этапы разработки которой изложены ниже.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов сначала выбирались почвенно-экологические районы республики, дающие наиболее четкое представление об особенностях северной, центральной и южной почвенно-экологических провинций с наиболее высокой степенью выраженности факторов, осложняющих сельскохозяйственное использование. К числу таких отнесены почвенно-экологические районы с преобладанием эрозионных и заболоченных ландшафтов, которые хорошо видны на почвенных картах масштаба 1:200000.

Границы этих районов в общих чертах совпадают с границами административных районов, что позволило рассматривать территории эрозионных ландшафтов на примере Городокского, Ушачского и Мстиславского, а заболоченных – на примере Полоцкого, Шумилинского, Березинского, Столинского и Пинского административных районов. Для них имеются почвенные карты масштаба 1:50000, составленные в последние 5-10 лет.

В каждом из административных районов объектами исследований выступают землепользования, то есть территории конкретных сельскохозяйственных предприятий, которые условно принято считать агроландшафтами, характеризующимися картами масштаба 1:10000. В состав перечисленных выше административных районов вошли 105 субъектов аграрного хозяйствования.

Однако основными объектами исследований и операциональными единицами оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов являются выделяемые на любых почвенных картах ПК, как природные системы и типы земель (ТЗ). Методологию исследования составили системный подход и многофакторный анализ.

Методы: сравнительно-картографический, статистико-картометрический с созданием базы данных (БД) и автоматизированным анализом информации. Геопространственный статистический метод применен в рамках созданной БД СПП формата ArcInfo и *включает методы множественного регрессионного анализа, кригинга, трендовых поверхностей.*

Методика составления карт СПП разработана в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в предыдущие годы [5].

Картометрический анализ ПК: коэффициенты – показатели степени неоднородности ( $K_n$ ), степени контрастности ( $K_k$ ) и степени расчлененности ( $K_p$ ) почвенного покрова определялись полуавтоматически с использованием шкалы контрастности почв [3] и программной среды ArcGIS 9.3.

Методика количественной оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов с учетом роли в ней основных определяющих факторов, являющаяся пред-

метод настоящих исследований, базируется на предложенном Д. Ацци [1] приеме, состоящем в ранжировании конкретных показателей любых характеристик от наименьшего до наибольшего на определенное число уровней (групп), порядковые номера которых используются при сравнении и суммировании в качестве условных баллов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На первом этапе работы выполнялась инвентаризация почвенно-земельных ресурсов как территориальный учет, охватывающий все категории земель. Для восьми перечисленных выше административных районов составлены карты СПП с общей легендой, включающей перечень инвариантных ПК и их формулы, состоящие из буквенных обозначений почвенных разновидностей с долей их участия в ПК (%) – рис. 1.

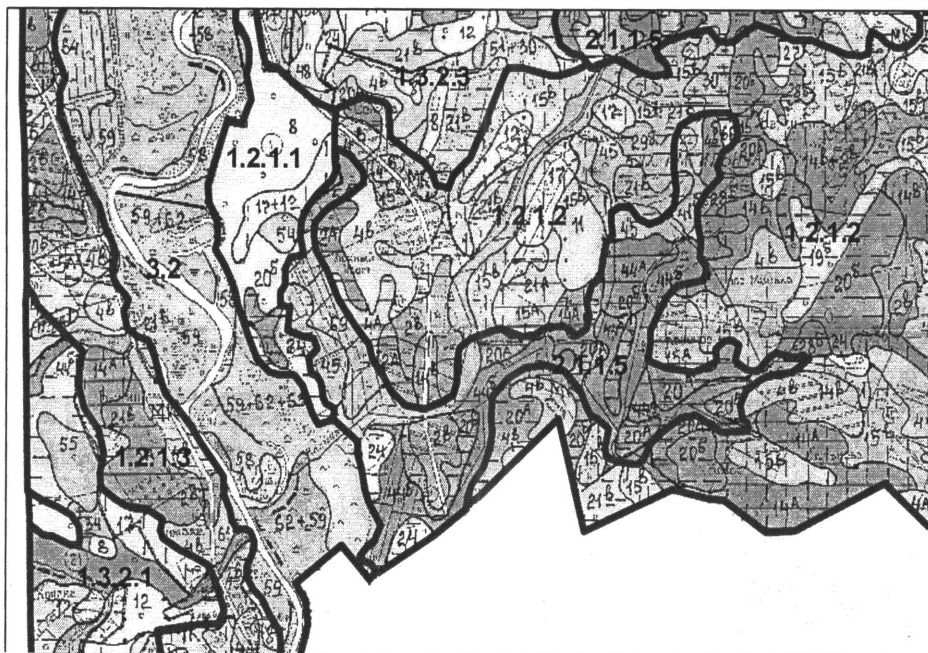


Рис. 1. Фрагмент карты типов земель Березинского района (типы земель выделены на почвенной карте М 1:50 000)

Второй этап заключался в выборе факторов, определяющих и/или осложняющих интенсивное использование ТЗ. Одним из условий выбора, кроме установленного влияния того или иного фактора, служило наличие измеряемых количественных показателей на базе анализа информации почвенных карт.

К числу таких факторов отнесены:

- исходный балл бонитета по республиканской оценочной шкале [2];
- эродированность пахотных земель [4];
- заболоченность [4];
- неоднородность почвенного покрова [3,5].

Алгоритм агроэкологической оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов разрабатывался расчетными методами, и характеризует, прежде всего, природные особенности территории, точнее, ТЗ, рассматриваемых с точки зрения возможностей сельскохозяйственного использования.

Для получения сопоставимых данных по критериям оценки ресурсного потенциала конкретных типов земель с использованием условных оценочных баллов, степень выраженности каждого фактора дифференцируется на 5 уровней: от 1 до 5 (табл. 1). При этом следует учитывать специфику факторов: балл 5 всегда означает самое высокое качество, определяемое как наиболее высокими значениями показателей (бонитет почв), так и наиболее низкими (эродированность, заболоченность, неоднородность почвенного покрова).

## ТИПЫ ЗЕМЕЛЬ

**1. ВОДОРАЗДЕЛЫ** – территории с преобладанием поверхностного стока.

1.2.1.1. – **водоразделы выпуклые высокие** водно-ледниковые равнины на водно-ледниковых песках, иногда подстилаемых мореной глубже 1 м:

$$ДП^{20}+ДПБ_{O-1}^{10}+ТВ^{10}.$$

1.2.1.2. – **водоразделы выпуклые высокие** водно-ледниковые равнины на водно-ледниковых связных супесях, подстилаемых песками:

$$\text{неглубокорасчлененные } ДП^{40}+ДПБ_{1,40}+ДПБ_{2,20}.$$

1.2.1.3. – **водоразделы выпуклые высокие** водно-ледниковые равнины на супесях, подстилаемых с глубины менее 1 м мореной:

$$ДП^{40}+ДПБ_{1,30}+ДПБ_{2,30}.$$

1.3.1.3. – **водоразделы плоские высокие** на водно-ледниковых супесях, подстилаемых мореной с разной глубины:

$$ДП^{10}+ДПБ_{O}^{35}+ДПБ_{1,30}+ТВ-ТП^{25}.$$

1.3.2.1. – **водоразделы плоские низкие** на водно-ледниковых песках, подстилаемых песками:

$$ДПБ_{1,30}+ДПБ_{2,40}+ ДПБ_{\text{илл}}^{25}+ТН-ТП^5$$

1.3.2.3. – на водно-ледниковых рыхлых супесях, подстилаемых мореной:

$$ДПБ_{1,45}+ДПБ_{2,45}+ТН-ТП^{10}.$$

**2. ДЕПРЕССИИ** – пониженные территории с преобладанием аккумуляции поверхностного стока.

2.1. – **неглубокие**.

2.1.1. – на супесях, подстилаемых песками:

$$ДПБ_{2,10}+ДБ^{70}+ТН^{20}.$$

**3. ПОЙМА** – долина Березины и крупных притоков:

$$АДБ^{80}+АТБ^{20}.$$

**Исходный балл бонитета почв** оценивается по республиканской оценочной шкале [2] отдельно для каждой разновидности почв, составляющих ПК (ТЗ). В соответствии с занимаемой ими площадью (% от общей площади ПК) вычисляется средневзвешенный балл бонитета для типа земель. Перечень почв и доля их участия содержится в формуле ПК. Результат расчета, согласно приведенным в таблице 1 уровням, получает ту или другую оценку в условных баллах.

**Группировка факторов, определяющих потенциал почвенно-земельных ресурсов, условные баллы**

Баллы, уровни	Факторы	Исходный балл бонитета по оценочной шкале	Эродированность / доля эрозионноопасных почв	Заболоченность / доля торфяных почв	Неоднородность почвенного покрова, коэффициенты (Кн)
5	Очень высокий	>50,1	<5/0	<5	<5,1
4	Высокий	41,1-50,0	5/10	5-11	5-10,1
3	Средний	31,1-40,0	10/25	10-21	10-20,1
2	Ниже среднего	21,1-30,0	25/50	20-51	20-25,1
1	Низкий	<20,0	>50	50-100	>25,1

**Эродированность почв (подверженность и предрасположенность почв к эрозии).** Распределение баллов выполнено в соответствии с разработанной шкалой выделения земель с разной степенью проявления водно-эрозионных процессов [4].

5 баллов – преобладают незэродированные почвы, доля эрозионноопасных менее 5%;

4 балла – слабозэродированных почв менее 5 % и доля эрозионноопасных 5-10%;

3 балла – эродированные почвы 5-10 %, эрозионноопасные – 10-25%;

2 балла – эродированные почвы составляют 10-25%, эрозионноопасные – 25-50%;

1 балл – средне- и сильноэродированные почвы более 25 %, эрозионноопасные более 50%.

**Заболоченность.** При оценке степени заболоченности ПК (ТЗ) приняты следующие градации, отражающие выраженность этого фактора (в таблице 1 за основу группировки принято участие в ПК торфяных почв):

5 баллов – более 50% площади занимают незаболоченные, не требующие мелиорации почвы (почвенный покров представлен дерново-подзолистыми автоморфными, в том числе оглееными на контакте и дерново-подзолистыми полугидроморфными – временно избыточно увлажняемыми почвами на рыхлых породах, доля торфяно-болотных почв менее 5%);

4 балла – более 50% площади занимают полугидроморфные почвы, регулирование водного режима которых возможно с помощью агро-мелиораций (почвенный покров представлен дерново-подзолистыми временно избыточно увлажняемыми почвами на связных породах или породах двучленного строения и глееватыми на рыхлых породах; торфяно-болотных почв 5-10%);

3 балла – более 50% площади приходится на полугидроморфные почвы, регулирование водного режима которых возможно путем проведения агро-мелиораций в сочетании с гидромелиорациями (почвенный покров представлен

дерново-подзолистыми глееватыми почвами на связных породах и дерново-подзолистыми глеевыми почвами на песках и рыхлых супесях; торфяно-болотных почв 10-20%);

2 балла – более 50% площади занимают полугидроморфные почвы, регулирование водного режима которых возможно только путем проведения гидро-мелиораций (почвенный покров представлен дерново-подзолистыми глеевыми почвами на связных породах и дерновыми заболоченными почвами разного гранулометрического состава);

1 балл – 50-100% составляют торфяно-болотные почвы, регулирование водного режима требует проведения гидротехнических мелиораций.

**Неоднородность почвенного покрова – коэффициент неоднородности – Кн.** Кн ПК (ТЗ) определяется как произведение коэффициентов контрастности – Кк (степень различий почв по их свойствам) и расчлененности почвенного покрова – Кр – как суммы длин границ почвенных разновидностей в километрах, отнесенной к площади ПК в гектарах [3,5]. Группировка Кн и условные баллы приведены в таблице 1.

Обобщающая величина агроэкологической оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов территории представляет собой для каждого объекта сумму условных баллов по всем показателям. Так, ТЗ универсального использования, согласно таблице 1, оценивается в 20 баллов: почвы с самым высоким баллом плодородия, с минимальными проявлениями эрозии и заболоченности и практически однородным почвенным покровом.

**Пример расчета агроэкологической (природной) составляющей ресурсного потенциала:**

*Тип земель:* 1.2.1.2 – водораздел выпуклый высокий на водно-ледниковых связных супесях, подстилаемых песками с глубины менее 1 м.

*Почвенная комбинация описывается формулой\*:* ДП<sup>40</sup> + ДПБ<sub>1</sub><sup>40</sup> + ДПБ<sub>2</sub><sup>20</sup>.

*Средневзвешенный исходный (без учета мелиорации) балл бонитета:*

$$(48,7 \cdot 40 + 48,2 \cdot 40 + 31,7 \cdot 20) / 100 = 45,1.$$

Величина рассчитанного балла бонитета позволяет присвоить данному ТЗ в соответствии с разработанной группировкой балл 4 по критерию «исходный балл бонитета».

По показателю «эродированность» указанный тип земель оценивается в 4 балла, так как здесь преобладают пологие склоны с незначительными уклонами и почвообразующие породы имеют достаточно высокую водопроницаемость.

В оцениваемом типе земель более 50% площади занимают переувлажненные почвы: а именно 40% дерново-подзолистые временно избыточно увлажняемые и 20% глееватые, регулирование водного режима которых возможно путем проведения агро-мелиораций, поэтому оценка по критерию «заболоченность» составляет 3 балла.

Оценка по показателю «неоднородность» для приведенного примера определена как «средняя», т. е. 3 условных балла.

Суммарная агроэкологическая оценка типа земель водораздела выпуклого высокого на водно-ледниковых связных супесях, подстилаемых песками с глубины более 1 м (1.2.1.2) равна 14 баллов (4 + 4 + 3 + 3).

Аналогично выполнена оценка всех ТЗ эрозионных и заболоченных ландшафтов, выбранных в качестве объектов исследования.

Описанная методика вполне применима и для оценки потенциала почвенно-земельных ресурсов любого землепользования.

Общий ресурсный потенциал территории, закрепленной в границах хозяйства, складывается из агроэкологической (природной) и агрохозяйственной составляющих, из которых последняя является кадастровой оценкой, учитывающей, помимо природных особенностей, хозяйственное состояние земельных угодий [6], а также индекса окультуренности пахотных земель по материалам последнего тура агрохимического картографирования [2]. Однако, поскольку эти характеристики относятся к числу утвержденных и узаконенных показателей, они в данной работе не рассматриваются.

Оценка агроэкологической составляющей потенциала почвенно-земельных ресурсов конкретного хозяйства можно показать на примере СПК «Местино» и СПК «Бродец» Березинского района Минской области (рис. 2, табл. 2).

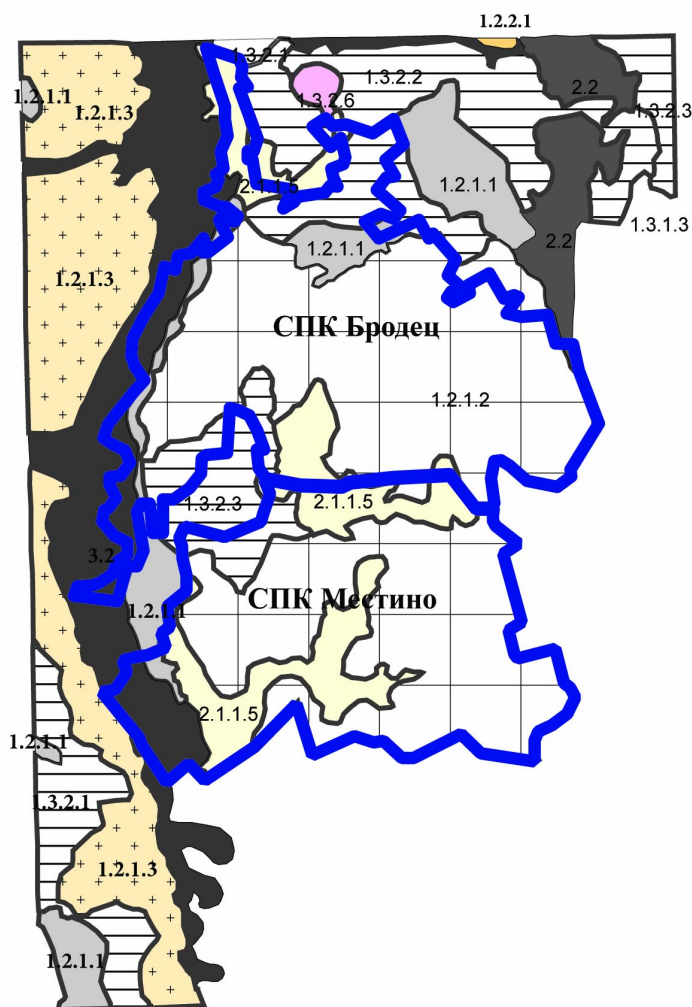


Рис. 2. Типы земель в СПК «Местино» и СПК «Бродец» Березинского района Минской области, М 1:50000

## Почвенные ресурсы и их рациональное использование

В процессе разработки методики, как упоминалось выше, выполнялся анализ СПП исследуемых административных районов с составлением карт типов земель М 1:50000.

Фрагмент такой карты представлен на рис. 2. Границы землепользований и долевое участие ТЗ в них определяются возможностями программы ArcGis и свидетельствуют, что территория СПК «Местино» представлена пятью типами земель, перечень и оценки которых содержатся в таблице 2.

Таблица 2

### Средневзвешенный балл агроэкологической составляющей потенциала почвенно-земельных ресурсов СПК «Местино» Березинского района

Хозяйство	Тип земель	Доля (%) от общей площади хозяйства	Оценка агроэкологической составляющей				
			исходный балл бонитета	эродированность	заболоченность	неоднородность	суммарный балл
СПК «Местино»	1.2.1.1.	1,4	2	1	3	4	10
	1.2.1.2.	63,3	4	4	3	3	14
	1.3.2.3.	5,2	5	3	4	4	16
	2.1.1.4.	23,4	4	4	3	3	14
	3.	6,7	4	5	3	2	14
Средневзвешенный балл						14,1	

Судя по рисунку и цифровым индексам типов земель, среди них преобладают *водоразделы*: выпуклые высокие на песках (1.2.1.1.) и связанных супесях, подстилаемых песками (1.2.1.2.), а также плоские низкие, на супесях, подстилаемых мореной (1.3.2.3.). Довольно большую площадь (23,4%) составляют *депрессии* долинообразные неглубокие с преобладанием дерновых заболоченных суглинистых почв (2114) и менее 10% приходится на пойменные земли (32).

Каждый ТЗ получил свои оценки агроэкологического потенциала в условных баллах (табл. 2), как суммарные, так и частные, позволяющие отметить роль наиболее заметно влияющих факторов.

Средневзвешенный балл по хозяйству, как единичный показатель, еще не дает реального представления об уровне его потенциала в сравнении с другими землепользованиями. Этот недостаток устранен тем, что аналогично расчетам по СПК «Местино», определены средневзвешенные баллы агроэкологической составляющей по всем 105 хозяйствам, участвующим в разработке методики. Группировка полученных данных и ее обоснованность приведены в табл. 3.



**Агроэкологическая составляющая оценки потенциала  
почвенно-земельных ресурсов районов Беларуси с преобладанием  
эрозии и заболоченности почв, условные баллы**

Уровень	Условные баллы	Агроэкологическая оценка	Количество данных	Среднее арифметическое
Очень высокий	5	>16,1	4	16,9
Высокий	4	14,1– 16,0	23	14,7
Средний	3	12,1– 14,0	48	13,4
Ниже среднего	2	11,1– 12,0	18	11,4
Низкий	1	<11,0	13	10,6

Теперь можно сделать заключение, что агроэкологический потенциал почвенно-земельных ресурсов СПК «Местино» относится к числу хороших – агроэкологическая оценка 14,1 – балл 4.

### ВЫВОДЫ

Изложенные принципы, методы и примеры их реализации позволяют считать, что разработаны корректные основы методики количественной оценки агроэкологической составляющей потенциала почвенно-земельных ресурсов почвенно-экологических районов с преобладанием эрозионных и заболоченных ландшафтов. Представленные в данной работе методические подходы обеспечивают сравнение общих условий аграрного хозяйствования и позволяют установить зависимость его от того или другого фактора в природных (ТЗ) и административных границах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ацци, Д. Сельскохозяйственная экология / Д. Ацци. М.-Л.: Селькопхозгиз, 1932. – 344 с.
2. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: методические указания; под ред. Н.И. Смеяна. – Минск, 1998. – 23 с.
3. Никитина, А.Н. Шкала контрастности почв БССР/ А.Н. Никитина // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов: сб. науч. тр. / Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – М.: Наука, 1978. – С. 52-57.
4. Проектирование противозерозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации; под общ. ред. А.Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
5. Червань, А.Н. Исследования структуры почвенного покрова в Беларуси: материалы V съезда Всероссийского общества почвоведов им. В.В. Докучаева, 18-23 августа 2008 г. / Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008 – с.19.

6. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств; под ред. Г.И. Кузнецова, Г.М. Мороза, Н.И. Смеяна. – Минск: Белгипрозем, 2000. – 136 с.

## AGROECOLOGICAL POTENTIAL OF SOIL-LAND RESOURCES

T.A. Romanova, A.F. Chernysh, A.N. Chervan', A.Eh. Radyuk

### Summary

There is presented in article the first version of the method of quantitative assessment of agroecological potential of soil-land resources in erosioned and waterlogged landscapes, or information that define possibility of unexhausted usage of lands at preservation natural equilibrium.

*Поступила 30 ноября 2010 г.*

УДК 631.4

## КОЭФИЦИЕНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ К ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

Н.И. Афанасьев, Ан.В. Юхновец

*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Два основных физических фактора определяют величину почвенной эрозии (смыв почвы, образование оврагов и др.) – это устойчивость почвы к ее разрушению и способность разрушающих почву агентов влиять на нее. Величина эрозии зависит от легкости, с которой отдельные почвенные частицы перемещаются по склону под влиянием дождевых капель или потока воды при снеготаянии.

Устойчивость почв к эрозии зависит от ряда их свойств, таких, как водопрочность структуры, содержание гумуса, глины, природы глинистых минералов. Некоторые из этих свойств динамичны, изменяются под влиянием обработки почвы, возделываемых культур, системы земледелия в целом. Отсюда изменяется и эрозионная устойчивость почвы.

Целью наших исследований была оценка устойчивости почв к водной эрозии.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами наших исследований являлись 10 почвенных разновидностей выделенных в Беларуси. Оценить эрозионную устойчивость почв можно двояко: 1) по потере почв от эрозии на стоковых площадках или на искусственно созданных лотках; 2) рассчитать величину смыва почвы по универсальному уравнению потерь почвы от эрозии, предложенному американскими учеными. Чем больше потери почв, тем меньше их устойчивость к эрозии. Однако, стоковые площадки довольно сложные сооружения и, следовательно, дорогостоящие.