

---

## **ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ПО МЮНХЕБЕРГСКОЙ СИСТЕМЕ РЕЙТИНГА КАЧЕСТВА ПОЧВ**

---



**Л.М. Мюллер,**  
**доктор наук**  
**Центр Агрolandшафтных исследований, г. Мюнхеберг**  
**(Германия)**



**У. Шиндлер,**  
**доктор наук**



**Ф.Ойленштайн,**  
**доктор наук**



**О.В. Рухович,**  
**канд.биол.наук**  
**ВНИИ агрохимии**  
**им. Д.Н. Пряниш-**  
**никова, Москва**

Современные процессы глобализации всех сфер человеческой деятельности вызывают потребность в единых международных стандартах качества ресурсов и методах их оценки. Глобальные проблемы 21-го столетия, такие как энергетическая и экологическая безопасность, изменение климата, защита биологического разнообразия, обеспечение высокого качества воды и пищи, тесно связаны с устойчивым функционированием почв [1]. Для рационального землепользования основополагающей является производственная функция почв, которая также относится к важнейшим геосистемным функциям почвенного покрова. Производственная способность почв напрямую зависит от их свойств, а также от параметров окружающей среды. Ещё В.В. Докучаев [2] установил, что между свойствами почв и урожайностью сельскохозяйственных культур, выращиваемых на них, существует тесная зависимость. Именно закон корреляции между свойствами почв и урожайностью культивируемых растений является теоретической базой для развития различных систем оценки почв и их производственной функции.

Важнейшая цель системы оценки качества почв - содействовать сохранению высокой производственной способности почв на основе неистощимого их использования. Чтобы избежать деградации почвенных ресурсов, необходимо тщательно изучать производственный потенциал почв и разрабатывать концепции устойчивого землепользования [3, 4]. Методы оценки функциональности почв должны по возможности обеспечивать воспроизводимые и контролируемые результаты и быть простыми и практичными.

Стандартизированная методология международной оценки качества почв в ближайшем будущем будет востребована международным сообществом, и прежде всего землепользователями (фермерами, крестьянами), а также административными органами, принимающими организационные и законодательные решения в области землепользования.

В прошлом столетии в некоторых странах (Герма-

ния, Австрия, Канада, Россия, США и др.) были созданы международные системы оценки почвенного плодородия [1-5]. Однако различия региональных и национальных почвенных и природных условий и полученные на их основе эмпирические шкалы оценки создавали серьёзные затруднения при сопоставлении результатов. Очевидно, что в настоящее время отсутствует единая глобальная система, позволяющая работать в различных регионах и континентах.

Успешный опыт работы по созданию международной системы рейтинга почв - системы оценки ее продуктивности на единой методической основе - накоплен в Германии в Центре агроландшафтных исследований г. Мюнхеберг [Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)].

Здесь разработана Мюнхебергская международная система рейтинга качества почв [6], которая отвечает следующим требованиям:

- 1) оценочная процедура достаточно проста;
- 2) обеспечивается точность оценки, основанной на индикаторах и порогах функционально соответствующих признаков;
- 3) результаты оценки могут быть использованы на практике;
- 4) может быть последовательно использована для различного масштаба;
- 5) производственный потенциал измеряется в единицах, которые коррелируют с урожайностью зерновых культур (ц/га), что позволяет быть понятной и востребованной землепользователями (фермерами);
- 6) является инструментом мониторинга функционального статуса почвы.

Мюнхебергская система рейтинга качества почв (Das Müncheberger Soil Quality Rating System (M-SQR)) представляет собой относительно простой экспресс-метод оценки. В реальном ландшафте сельскохозяйственное использование почв не может быть оторвано от факторов почвообразования, постоянно влияющих на почвенное плодородие. Поэтому в рамках M-SQR

оцениваются как свойства почв (гранулометрический состав, содержание гумуса, водоудерживающая способность и др.), так и факторы среды, влияющие на формирование урожая (климат, тепловой режим почв, вероятность засухи или влияние рельефа). Метод позволяет оценить конкретный педон по 100-балльной шкале. Этот показатель отражает качество почвы и потенциал урожайности на локальном уровне. В основе метода лежит система индикаторов, которая может быть использована для оценки как конкретных почвенных разностей, так и сельскохозяйственных участков. Индикаторы оцениваются на основе описания почвенного профиля с учётом топографических и гидрологических особенностей местоположения педона.

Индикаторами качества почвы выступают свойства почв и факторы среды, влияющие на продукционную функцию почв. Выбор параметров для индикации основан на многолетнем опыте изучения экологических факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур на пахотных и кормовых угодьях. В

рамках представленной оценочной системы индикаторы разделены на две группы (рис.1). Первая группа – это базовые индикаторы (Basic indicators). Они выражают свойства, присущие каждой почве, а также некоторые параметры среды. Степень проявления свойства или благоприятности фактора оцениваются по балльной шкале от 0 до 3; фактор важности индикатора умножается на балл свойства. Далее результаты оценки по базовым индикаторам суммируются. Так получают «балл почвы», величина которого варьирует от 0 до 34. Для визуальной оценки базовых индикаторов в полевых условиях разработаны специальные таблицы и шкалы, позволяющие с точностью до 0,25 балла охарактеризовать оцениваемое свойство. Индикаторы риска (Hazard Indicators) необходимы для оценки степени риска и факторов, экстремально ограничивающих почвенное плодородие. Присутствуют они случайным образом, и поэтому оцениваются не всегда. Шкала оценки для индикаторов риска балльная – от 0 до 2.

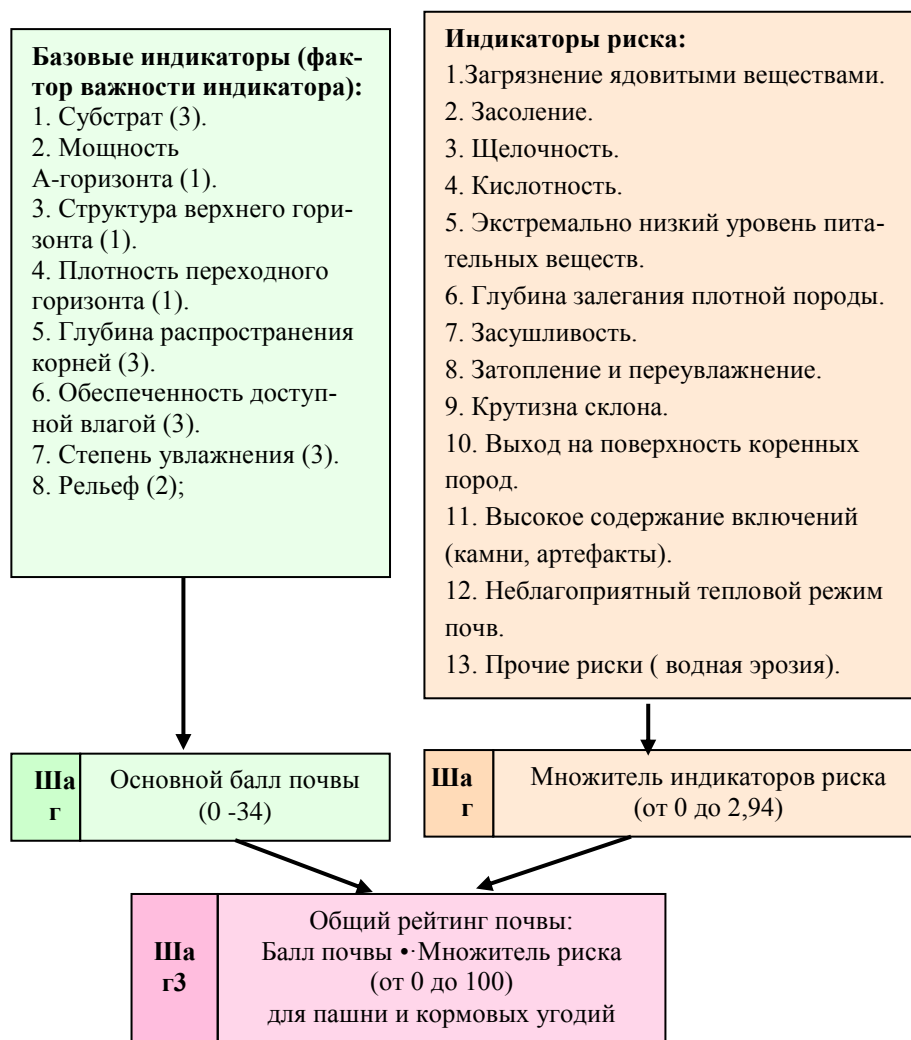


Рис.1. Схема Мюнхебергской системы оценки качества почв

При расчёте конечного рейтинга почвы по индикаторам риска используют не баллы, а множители, которые этим баллам соответствуют. Значение этих множителей варьирует от 0 до 2,94. Затем из всех множителей выбирают наименьший. Это означает, что степень риска неблагоприятного влияния данного индикатора на плодородие почвы на данном участке самая высокая. Вся

необходимая для выбора множителя информация представлена в таблицах, удобных для использования в полевых условиях. Таблицы составлены на базе руководств по описанию почв различных национальных школ [8-10].

Окончательный рейтинг плодородия почвы определяют в результате перемножения балла почвы и мно-

жителя риска. Величина рейтинга варьирует от 0 до 100. Для итоговой оценки предложены следующие классы продуктивности почв: <20 - очень бедные, 20-40 - бедные, 40-60 - средние, 60-80 - хорошие, >80 - очень хорошие.

Процедуру оценки проводят в полевых условиях. Вначале закладывают почвенный разрез такой глубины, которая позволяет вскрыть срединный горизонт. Затем по базовым индикаторам оценивают свойства почвы и получают балл почвы. Далее оценивают все актуальные и потенциальные риски (например, опасность затопления в случае паводка и др.), предусмотренные в системе индикаторов риска. Результаты оценки по каждой группе и окончательный рейтинг почвы фиксируют на специальных бланках [5, 6].

Чтобы обеспечить надежную таксономическую и функциональную диагностику оцениваемых объектов и сопоставимость результатов оценки в глобальном контексте, авторы рекомендуют использовать M-SQR в комбинации с международной почвенной классификацией WRB [13].

Данная система – это простой полевой метод оценки почв с учётом их продукционного потенциала и возможных рисков при использовании. Проверку результатов оценки и пригодности метода для использования в глобальном масштабе проводили в нескольких направлениях. Так, метод был протестирован на почвах сельскохозяйственных угодий в различных регионах мира и разных природно-климатических условиях: в Германии и других европейских странах, а также в Канаде, Новой Зеландии, Китае; в России - в Западной Сибири, Московской, Владимирской, Курской, Белгородской областях, в Краснодарском крае. Кроме того, проводили сравнительную оценку одинаковых почв на базе различных оценочных методов, а затем рассчитывали корреляцию результатов оценки с урожайностью зерновых культур. Были получены хорошие результаты по корреляции урожайности зерновых культур с оценочными баллами почв по методу M-SQR [11,12].

Результаты показали, что при оценке почвенных функций в агроландшафтах названных территорий решающими являются компоненты локального водного баланса и засухливости (угроза засухи). Установлено, что существуют тесные связи между результатами оценки в баллах и урожайностью зерновых. Очевидно, что на одинаковых почвах (Phaeozems, Chernozems) различных континентов урожайность зерновых заметно различается в зависимости от температурного режима почв региона.

В глобальном аспекте рассматривалась также оценка климатических параметров для классификационных почвенных групп (RSG, по [13]). Для этого использовали результаты оценки 352 почвенных профилей из Германии, России, Казахстана, Северного Китая, Новой Зеландии, Канады. Одинаковые RSG могут встречаться на разных континентах и иметь одинаковый тип использования. Основное различие оцениваемых объектов заключается в термическом режиме [12].

Система может быть использована не только как полевой метод для оценки конкретного педона в определённых условиях, но и для пространственного параметрирования почвенных свойств и ландшафтных функций, значимых для формирования урожая.

Для успешного проведения пространственной оцен-

ки должны быть найдены соответствующие параметры и экстраполяционные функции. В региональном и глобальном масштабе данные по индикаторам M-SQR для репрезентативных профилей возможно объединить с легендой почвенной карты. Чтобы обеспечить надежную таксономическую и функциональную диагностику оцениваемых объектов и сопоставимость результатов оценки в глобальном контексте, рекомендуем использовать Munchenberger Soil Quality Rating System (M-SQR) в комбинации с международной почвенной классификацией WRB [13].

Соответствующие картографические данные для России, Казахстана и Германии уже имеются [15-17]. Дополнительные параметры для оценки, такие как угроза засухи (засухливости) или температурный режим почв, могут быть получены из гомогенных климатических банков данных, например таких как Loc\_Clim 1.10 [14]. Эти принципы позволят создавать новые, существенно улучшенные карты почвенных функций с легендами, переводимыми из одного картографического масштаба в другой. Привлечение пространственно привязанных данных, например аэро- и космических снимков, также повысит точность сделанных на основе M-SQR оценочных карт качества почв.

Была подтверждена возможность использования метода M-SQR для охватывающей различные масштабы оценки качества почв и потенциальной урожайности. Следовательно, метод можно использовать также и для составления карт функциональности почв Евразии на единой методической основе. Так на основе этого метода была создана новая карта качества почв ФРГ [7,17] (рис.2).

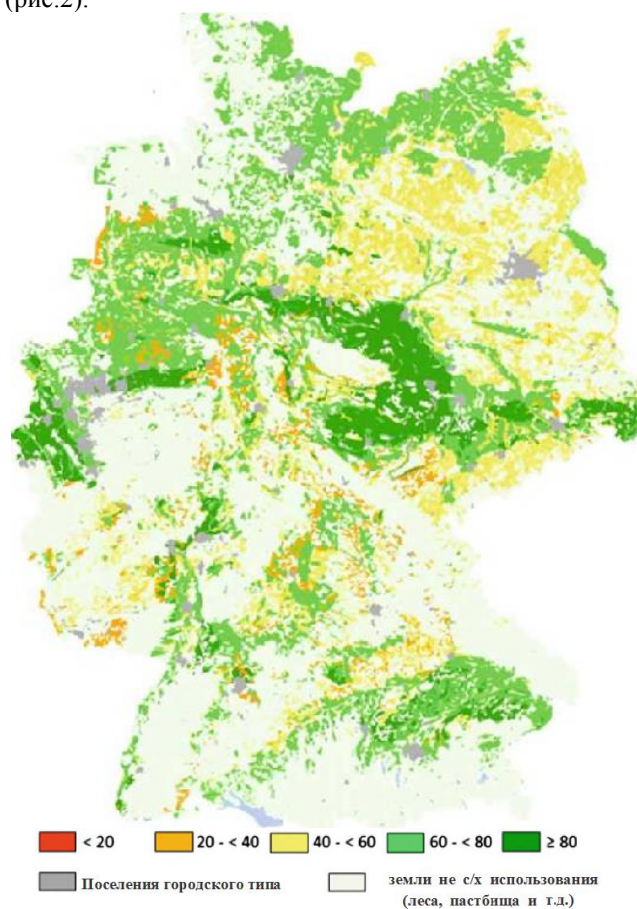


Рис. 2. Карта качества почв пахотных земель Германии на основе M-SQR (Richter et al., 2009)



Она показывает пять классов качества почв для земель сельскохозяйственного назначения на основе имеющихся данных о почвах и климате. Кроме того, немецкий Федеральный институт земледелия и природных ресурсов (BGR) в Ганновере разработал несколько модифицированных карт [18].

Апробация метода проводилась в России при поддержке междисциплинарного проекта президиума РАН № 14/16 и гранта 05/07 Федерального Министерства питания, сельского хозяйства и защиты прав потребителей Германии (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)).

Большая часть работ выполнена совместно с российскими коллегами из ВНИИ агрохимии имени Д.Н.Прянишникова. В этом году институту исполняется 85 лет с момента его создания. Пользуясь случаем, поздравляем сотрудников института во главе с директором академиком РАН В.Г.Сычевым с юбилеем и от всей души желаем ВНИИ агрохимии имени Д.Н.Прянишникова научного долголетия.

*Литература*

1. Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A., The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method, SOIL SCI. SOC. AM. J., VOL. 68, Nov–Dec. 2004, p.1945–1962.
2. Докучаев В.В., Избранные сочинения, Т. VI, М.–Л., 1951. – 515 с.
3. Pehamberger A. Die Bodenschätzung in Österreich. – Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 1992, № 67, S. 235–240.
4. Rothkegel, W. Geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierungen und Wesen und Bedeutung der deutschen Bodenschätzung, Stuttgart, 1950, 147 S.
5. Л.М.Мюллер, Е.Н.Смоленцева, О.В.Рухович, У Шиндлер, А. Бехрендт, В.Г.Сычев. Метод оценки продуктивности почв агроценозов в глобальном масштабе (Мюнхенбергская система рейтинга качества почв) // Плодородие. – №6 (57). – 2010. – С. 31–33.
6. Müller, L., Schindler, U., Behrendt, A. and oth. //The Muencheberg Soil Quality Rating (SQR). Field Guide for Detecting and Assessing Properties and Limitations of Soils for Cropping and Grazing (2007).
7. Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5), AG Boden, 2005, 5th ed., Hannover, 432 S.

8. Guidelines for soil description (2006): FAO, Rome, 4th edition, 95 p.
9. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service: National Soil Survey Handbook, USDA, 2005, title 430-VI. (<http://soils.usda.gov/technical/handbook/>).
10. Müller, L. ; Shepherd, G. ; Schindler, U. ; Ball, B. C. ; Munkholm, L. J. ; Hennings, V. ; Smolentseva, E. ; Rukhovich, O. ; Lukin, S. ; Hu, C. (2013): Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating. - Soil & Tillage Research.127 : 74–84
11. Смоленцева Е.Н., Сулейменов М.К., Сапаров А.С., Пачикин К.М., Балгаев Н.Н., Кусаинова М.Д., Бекбаев У.К., Рухович О.В., Лукин С.М., Шиндлер У., Мюллер Л. Оценка качества и потенциальной урожайности почв в глобальном масштабе // Почвоведение и агрохимия, 2011, № 4, с. 81–91
12. Mueller L., Schindler U., Hennings V., Smolentseva E., Rukhovich O., Romanenkov V., Sychev V., S. Lukin, Sheudshen A., Onishenko L., Saparov A., Pachikin K., Behrendt A., Mirschel W. and F.Eulenstein An Emerging Method of Rating Global Soil Quality and Productivity Potentials//“Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia” ((L. Mueller, A. Sheudshen, F. Eulenstein (Editors)) SPRINGER 2016 pp573–595
13. World Reference Base for Soil Resources. A Framework for International Classification, Correlation and Communication. FAO. Rome. 2006. World Soil Resources Reports 103.145 p.
14. FAO, 2006. New\_LocClim 1.10. Local Climate Estimator. Download Adresse: [ftp://193.43.36.131/SD/Reserved/Agromet/New\\_LocClim/New\\_LocClim\\_V1.10\\_20060919.zip](ftp://193.43.36.131/SD/Reserved/Agromet/New_LocClim/New_LocClim_V1.10_20060919.zip)
15. Stolbovoi V. and Savin I. Maps of soil characteristics // Stolbovoi V. and I. McCallum. 2002. CD-ROM Land Resources of Russia. Laxenburg. Austria: International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science. CD-ROM. Distributed by the National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. Boulder.
16. Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Properties and distribution pattern of soils in Kazakhstan// Pedologist. 2009. Vol. 53. №1. P. 30–37.
17. Richter A., Hennings V., Muller L. Anwendung des Müncheberger Soil Quality Ratings (SQR) auf bodenkundliche Grundlagenkarten // Jahrestagung der DBG :Böden - eine endliche Ressource. Kommission VIII. Bonn. Oldenburg (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft). 2009. S. 1–4.
18. Hennings V., Hoper H., Mueller L Small-scale soil functional mapping of crop yield potentials in Germany. In: L. Mueller et al (eds) Novel methods for monitoring and managing land and water resources in Siberia. Springer, Cham, pp 597–617.

## ASSESSING THE PRODUCTIVITY OF SOILS IN AGROCENOSSES ON THE GLOBAL SCALE USING THE MÜNCHENBERG SYSTEM OF SOIL QUALITY

**L.M. Müller<sup>a</sup>, U. Schindler<sup>a</sup>, F. Eulenstein<sup>a</sup>, O.V. Rukhovich<sup>b</sup>**

**<sup>a</sup> Center for Agricultural Landscape Research,  
Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg, Germany**

**<sup>b</sup> Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry,  
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia**