

## СРАВНЕНИЕ MFF И RUSLE МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

**Надежда Игоревна Исмаилова**

Инженер Национального Исследовательского Университета «ТИИИМСХ»

[nadejda.ismoilova@mail.ru](mailto:nadejda.ismoilova@mail.ru)

**Жасмина Викторовна Герц**

Докторант (Ds) Национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»

[jasminagerts@mail.ru](mailto:jasminagerts@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

*В статье рассмотрены две наиболее популярные модели для определения уровня эрозии: модель Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) и Morgan Morgan Finney (MMF). Проведен сравнительный анализ факторов, принимаемых во внимание в каждой из моделей для оценки потери почвы на местах. Изучены основные характеристики данных моделей при их применении в условиях Центрально-азиатского региона. При этом выявлены и просуммированы основные преимущества и недостатки каждой из моделей, подытожены наиболее оптимальные варианты применения той или иной модели в определенных условиях.*

*Ключевые слова:* эрозия почвы, факторы эрозии, модели, MMF, RUSLE, дистанционное зондирование.

### COMPARISON OF MFF AND RUSLE MODELS FOR SOIL EROSION ASSESSMENT, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

***Abstract:** The article discusses the two most popular models for determining the level of erosion: the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model and the Morgan Morgan Finney (MMF) model. A comparative analysis of the factors taken into account in each of the models for estimating soil loss in the field was carried out. The main characteristics of these models when applied in the conditions of the Central Asian region were studied. At the same time, the main advantages and disadvantages of each model are identified and summarized, and the most optimal options for using a particular model in certain conditions are summarized.*

***Key words:** soil erosion, erosion factors, models, MMF, RUSLE, remote sensing.*

## ВВЕДЕНИЕ

Существует множество различных моделей для определения потери почвы, которые используются в агрономии и экологии. Некоторые из них включают: Модель уравновешенного баланса почвенной эрозии (Universal Soil Loss Equation, USLE), модель Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) - улучшенная версия модели USLE, которая добавляет дополнительные факторы, такие как управление земледелием и практики обработки почвы, модель постоянного потока воды (Constant Stream Power, CSP), основанная на физической концепции потока воды и используемая для оценки эрозии гидрологических систем, модель Бурли (Burrough) - пространственный анализ для определения потери почвы на основе различных переменных, таких как рельеф и климатические условия, модель Revised Morgan-Morgan-Finney (RMMF), учитывающая тип почвы, наклон поверхности и плотность растительности и другие. Каждая модель имеет свои особенности и может быть применима в различных условиях и ситуациях. В данной работе авторами рассмотрены и сравнены RUSLE и MMF модели с целью определения их основных преимуществ и недостатков.

## ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Модель RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) или пересмотренное универсальное уравнение потери почвы - это математическая модель, разработанная для оценки потери почвы в результате эрозии. Она была разработана в 1990 году и является обновленной версией оригинальной модели USLE (Universal Soil Loss Equation), созданной в 1965 году [1]. Модель RUSLE учитывает пять основных факторов, которые влияют на потерю почвы:

1. R-фактор (Rainfall factor) - оценивает энергию и интенсивность осадков, которые вызывают эрозию почвы.
2. K-фактор (Soil erodibility factor) - характеризует устойчивость почвы к эрозии и зависит от ее текстуры, структуры, содержания органического вещества и других факторов.
3. LS-фактор (Slope length and steepness factor) - учитывает длину склона и его крутизну, которые определяют скорость стока воды и эрозии.
4. C-фактор (Cover management factor) - оценивает степень покрытия почвы растительностью или другими защитными покровами, которые могут уменьшать эрозию.

5. Р-фактор (Support practice factor) - учитывает применение технических мероприятий по управлению почвой, таких как орошение, вспашка и другие практики. [2]

Модель RUSLE используется для прогнозирования потери почвы в различных регионах и помогает определить наиболее подверженные участки эрозии, что позволяет разработать соответствующие меры по сохранению и восстановлению почвенного покрова. Это очень полезный инструмент для почвоведения и землеустройства, который помогает снизить негативные последствия эрозии и сохранить плодородие почвы.

В то же время модель Morgan Morgan Finney (MMF) также является моделью для оценки и прогнозирования эрозии почвы. Она может быть применена в различных регионах мира, включая Центральную Азию, для оценки уровня и рисков эрозии. Применение этой модели может помочь в планировании мероприятий по сохранению почвы и предотвращению эрозии, что особенно важно в сельскохозяйственных районах [3]. Модель принимает во внимание ряд параметров, включая:

1. Тип почвы: Вязкость и устойчивость почвы к эрозии зависят от ее типа. Параметры, такие как крупность и форма частиц, плотность и содержание органических веществ, играют роль в оценке уязвимости почвы к эрозии.

2. Уклон и длина склона: Уклон и длина склона существенно влияют на скорость и объем почвенной эрозии. Эти параметры определяются с использованием алгоритмов, учитывающих физические характеристики местности.

3. Тип растительности: Наличие и вид растительности оказывают значительное воздействие на процессы почвенной эрозии. Различные растения могут удерживать почву и снижать ее устойчивость к эрозии.

4. Классификация осадков: Распределение осадков влияет на интенсивность эрозионных процессов. Информация об осадках используется для оценки объема воды, способной вызвать эрозию на данной местности. [4]

Дополнительно могут быть учтены такие параметры, как плотность растительности, интенсивность ветра, геологическая структура, и многие другие.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Модель MMF для оценки эрозии в Центральной Азии имеет ряд ограничений, которые следует учитывать. К примеру, модель MMF использует упрощенное представление физических процессов, таких как осадки, эрозия почвы и перенос наносов. Это упрощение может неточно отразить сложную и

неоднородную природу эрозии в Центральной Азии. В то же время модель требует обширных входных данных, включая топографию, характеристики почвы, землепользование и климатические данные. Во многих случаях надежных и качественных данных может не хватать, что может повлиять на точность прогнозов модели. Как и все модели, модель MMF подвержена неопределенностям. Эти неопределенности могут возникать из-за присущей природным системам сложности, а также из-за ограничений в доступности данных и допущений модели. Модель может не работать должным образом в меньших пространственных масштабах или при прогнозировании эрозии в очень конкретных местах. Кроме того, эффективность модели в более длительных временных масштабах может быть ограничена, поскольку она не может полностью учитывать динамические изменения в землепользовании и климате. Необходимо также учитывать, что модель может не адекватно отражать динамические обратные связи между эрозией, землепользованием и изменением климата, которые являются важными факторами в динамике эрозии в Центральной Азии. Эффективность модели MMF может варьироваться в зависимости от конкретных условий в Центральной Азии.

При применении каждой из моделей важно проверить прогнозы на основе данных наблюдений, чтобы обеспечить ее точность для региона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Модель Rusle (Revised Universal Soil Loss Equation) и модель MMF (Morgan–Morgan–Finney) обе используются для оценки потерь почвы вследствие эрозии, но они имеют различные подходы к этому вопросу. Основные отличия между моделями Rusle и MMF включают следующее:

1. Источник данных: Rusle использует данные о климатических условиях, полях культур, типах почвы и склоне, в то время как MMF также включает данные о растительности, управлении земельными участками и гидрологических процессах.
2. Учет факторов: Rusle учитывает факторы, такие как склон, длина наклона, интенсивность дождя и почвенная устойчивость, тогда как MMF также учитывает воздействие растительности и принимает во внимание гидрологические процессы.
3. Масштаб: Rusle ориентирована на более крупномасштабные оценки потерь почвы, в то время как MMF предназначена для оценок эрозии в более мелкомасштабных условиях, таких как отдельные поля или участки земли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на различия, обе модели являются важными инструментами для предотвращения эрозии почвы и управления земельными ресурсами. Результаты применения моделей могут дать полезную информацию о процессах эрозии в Центральной Азии, однако важно учитывать вышеперечисленные ограничения и использовать результаты модели в сочетании с местными знаниями и данными наблюдений для более надежных оценок эрозии.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ghosal, Kaushik & Das, Santasmita. (2020). A Review of RUSLE Model. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. 48. 10
2. Dlamini, Nkululeko. (2015). Review of Soil Erosion Assessment using RUSLE Model and GIS.
3. Behera, Pallavi & K. H. V., Durga Rao & Das, K.. (2005). Soil erosion modeling using MMF model -A remote sensing and GIS perspective. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. 33. 165-176.
4. Aksoy, Hafzullah & Gedikli, Abdullah & Yilmaz, Murat & Eris, Ebru & Unal, N. & Yoon, Jaeyoung & Kavvas, M. & Tayfur, Gokmen. (2019). Soil erosion model tested on experimental data of a laboratory flume with a pre-existing rill. Journal of Hydrology. 581