








Н.Е. Рамазанова , **С.Т. Токсанбаева*** , **Ж.О. Озгелдинова** ,
Т.Т. Турсынова , **К.М. Асылбеков** , **А.М. Жумабай** ,
А.А. Ахмедова 

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан

*e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПО МЕТОДИКЕ SMITH БАСЕЙНА РЕКИ ОЛЕНТЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье взята актуальная тема для настоящего времени и проведена работа по определению интенсивности эрозионных процессов по методике Smith бассейна реки Оленты Западно-Казакстанской области. Целью данной работы являлось определение процесса размыва почв бассейна реки Оленты для различных видов землепользования. Для определения смыва почв были использованы: эрозионный потенциал отложений, тип почвы, механический состав, крутизна склонов, растительность, типы вспашки, эрозионная прогнозная модель, универсальное уравнение потерь почвы и программа ArcGIS 10.4. Южная часть бассейна реки имеет показатель смыва почв от 0 до 0,06 т/га в год. Эти земли в основном используются под пастбища и небольшие участки территории под сенокос, расположенные в большинстве случаев на каштановых почвах и солонцах мелких солончаковатых, по механическому составу в основном преобладает тяжелый суглинок. Также эта территория располагается на равнинной части бассейна и имеет наименьшее количество осадков по бассейну реки. Данная территория занимает около 40% всего бассейна реки. Центральная и северная части имеют различные показатели и колеблются от самых наименьших показателей до самых наивысших, так как территории этих земель значительно отличаются друг от друга, как по типу почв, так и по механическому составу почвы, имеют различный уклон и самое главное имеют различные виды землепользования. Самый высокий показатель смыва почв 1,57 – 5,96 т/га в год имеют пашни, расположенные в основном на каштановых почвах, имеющие механический состав, преобладающий из среднего и тяжелого суглинка, еще пашни, имеющие наивысший показатель характеризуются территорией с высоким количеством осадков и более крутым уклоном. Данные показателя смыва почв от 0,45 до 1,57 т/га в год также принадлежат пашням, но в отличие от предыдущего класса эти пашни расположены в большинстве случаев на почвах, по механическому составу относящихся к среднему суглинку. По результатам исследования наибольший показатель смыва почв приходится на пашни, средний показатель около 1,50 т/га в год, что соответствует «допустимому уровню потери».

Ключевые слова: эрозионные процессы, бассейн реки, ЗКО, ГИС, почва.

N.E. Ramazanova, S.T. Toxanbayeva*, Zh.O. Ozgeldinova,
T.T. Tursynova, K.M. Asylbekov, A.M. Zhumabay, A.A. Ahmedova
Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

Determination of the intensity of erosion processes by the Smith method of the Olenty river basin of the West Kazakhstan region

The article takes an actual topic for the present and carried out work to determine the intensity of erosion processes using the Smith method of the Olenty River basin of the West Kazakhstan region. The purpose of this work was to determine the process of soil erosion in the Olenty River basin for various types of land use. To determine soil flushing, the following were used: erosion potential of sediments, soil type, mechanical composition, slope steepness, vegetation, types of plowing, erosion forecast model, universal soil loss equation and the ArcGIS 10.4 program. The southern part of the river basin has a soil flushing rate from 0 to 0.06 t/ha per year. These lands are mainly used for pastures and small areas of territory for haymaking, located in most cases on chestnut soils and small salt marshes, the mechanical composition is mainly dominated by heavy loam. This territory occupies about 40% of the entire river basin. The central and northern parts have different indicators and range from the lowest to the highest. The highest rate of soil flushing is 1.57 – 5.96 t/ha per year are arable lands located mainly on chestnut

soils, having a mechanical composition dominated by medium and heavy loam, and arable lands with the highest rate are characterized by a territory with high rainfall and a steeper slope. These indicators of soil flushing from 0.45 to 1.57 t/ha per year also belong to arable land, but unlike the previous class, these arable lands are located in most cases on soils that are mechanically related to medium loam. According to the results of the study, the highest rate of soil flushing falls on arable land, the average is about 1.50 t/ha per year, which corresponds to the "acceptable level of loss".

Key words: erosion processes, river basin, WKO, GIS, soil.

Н.Е. Рамазанова, С.Т. Токсанбаева*, Ж.О. Озгелдинова,
Т.Т. Турсынова, К.М. Асылбеков, А.М. Жұмабай, А.А. Ахмедова
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.
*e-mail: sabina.toksanbaeva@mail.ru

Батыс Қазақстан облысы Өлеңті өзені бассейнінің Smith әдістемесі бойынша эрозиялық процестердің қарқындылығын айқындау

Мақалада қазіргі заман үшін өзекті тақырып алынды және Батыс Қазақстан облысы Өлеңті өзені бассейнінің Smith әдістемесі бойынша эрозиялық процестердің қарқындылығын анықтау бойынша жұмыс жүргізілді. Бұл жұмыстың мақсаты әр түрлі жер пайдалану үшін Өлеңті өзені бассейнінің топырағын жуу процесін анықтау болды. Топырақтың шайылуын анықтау үшін: шөгінділердің эрозиялық потенциалы, топырақ түрі, механикалық құрамы, беткейлердің көлбеуі, өсімдіктер, жер жырту түрлері, эрозиялық болжамды модель, топырақ шығындарының әмбебап теңдеуі және ArcGIS 10.4 бағдарламасы қолданылды. Өзен бассейнінің оңтүстік бөлігінде топырақтың жылына 0-ден 0,06 т/га-ға дейін шайылу көрсеткіші бар. Бұл жерлер негізінен жайылымдар мен шабындықтар үшін пайдаланылады, көп жағдайда каштан топырақтарында және ұсақ сортаңдардың сорттарында орналасқан, механикалық құрамы негізінен ауыр саздауыт басым. Сондай-ақ, бұл аумақ бассейнің жазық бөлігінде орналасқан және өзен бассейнінде ең аз жауын-шашынға ие. Бұл аумақ бүкіл өзен бассейнінің 40% құрайды. Орталық және Солтүстік бөліктер әртүрлі көрсеткіштерге ие және ең төменгі көрсеткіштерден ең жоғары деңгейге дейін өзгереді, өйткені бұл жерлердің аумақтары топырақ түрі мен топырақтың механикалық құрамы жағынан бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді, әр түрлі көлбеу және ең бастысы әр түрлі жер пайдалану түрлеріне ие. Топырақ шайындысының ең жоғары көрсеткіші жылына 1,57 – 5,96 т/га егістік жерлер бар, олар негізінен каштан топырақтарында орналасқан, механикалық құрамы бар, орташа және ауыр саздақтан басым, сонымен қатар ең жоғары көрсеткішке ие егістік жерлер жауын-шашын мөлшері жоғары және көлбеу. Топырақтың жуылу көрсеткішінің деректері жылына 0,45-тен 1,57 т / га-ға дейін егістікке жатады, бірақ алдыңғы класқа қарағанда бұл егістіктер көп жағдайда механикалық құрамы бойынша орташа саздаққа жататын топырақтарда орналасқан. Зерттеу нәтижелері бойынша топырақ шайындысының ең жоғары көрсеткіші егістік жерлерге тиесілі, орташа көрсеткіш жылына 1,50 т/га жуық, бұл «жол берілетін шығын деңгейіне» сәйкес келеді.

Түйін сөздер: эрозиялық процестер, өзен бассейні, БҚО, ГАЖ, топырақ.

Введение

Процесс смыва почвы является экзогенно опасным явлением. Эрозия почвы снижает продуктивность пашен сельского хозяйства в результате снижения площадей плодородных территорий [1-4]. Также снижение водонепроницаемости почвы и снижение влажности земли не дает впитываться воде, из-за чего повышается риск затопления. Процесс эрозии приводит к загрязнению рек и озер, что собственно приводит к уменьшению численности рыб и других водных животных [5-7]. Эрозионная почва, насыщенная удобрениями и пестицидами химических составов в водных объектах наносит колоссальный ущерб и урон окружающей среде [8].

Поэтому одна из самых серьезных угроз в экологическом и экономическом секторах в мире становится проблема как водная эрозия. Обостряется данная проблема в связи с изменяющимися условиями в сфере землепользования. В настоящее время за прошедшие сто лет произошел резкий скачок в освоении земель целинного и залежного типа в северных и северо-западных частях Республики Казахстан, что привело к серьезным экологическим проблемам, в частности имеющие связь с качеством поверхностных вод [9-13].

Исследование эрозионных процессов является весьма привлекательным для исследователей и ученых [14-17]. Почвенная и водная среда являются основополагающими факторами жиз-

недеятельности флоры и фауны Земли. В связи с этим исследованием эрозионных процессов занимались многие [18]. В качестве примера можно привести таких исследователей как Ларионов Г.А., занимающийся вопросами эрозии и дефляции почв, Мирцхулава Ц.Е., исследовавший водную эрозию и методику ее расчётов, Воронин А.Д., Кузнецов М.С. и многие другие [19-22].

Исследования эрозионного процесса в Республике Казахстан носят локальный характер. Многие территории Республики Казахстан ранее не исследовались. Исследованиями эрозионного процесса Северного Казахстана, в частности Акмолинской областью занималась ученая Акиянова Ф.Ж. Ее одна из основных работ по исследованию эрозионного процесса «Процессы эрозии и дефляции почв Акмолинской области в условиях агломерационного развития региона» [23].

Также можно отметить ученых и исследователей Российской Федерации, занимающихся исследованиями эрозионного процесса. Одним из ярких представителей Российских исследователей являлся Заславский М.Н. – советский почвовед, который изучал проблемы почв и был инициатором выделения особой почвоведческой дисциплины – эрозиоведение. Монографии и учебные издания Заславского М.Н. по сей день используются в качестве основной литературы на занятиях почвоведения [24, 25].

В Казахстане вопросами водной эрозии в различные годы занимались Бабаев К.Б. (1970), Тегисов Т.А. (1975), Иорганский А.И. и Балгабеков К.Б. (1979). Эти работы были посвящены условиям предгорной зоны, подобные работы, т.е. исследования по водной эрозии и выработке рекомендации по осуществлению противозерозионных мероприятий ранее проводились, но не в полной мере. Все исследования в этих регионах (А.И. Бараев) были посвящены выработке мер против ветровой эрозии. По данным Иорганского А.И. и Балгабекова К.Б. (1979), по мере увеличения смыва почвы уменьшается содержание гумуса в пахотном слое и снижается урожайность сельскохозяйственных культур [26].

Объектом исследования стал бассейн реки Оленты Западно-Казахстанской области и его эрозионная составляющая. Река Оленты располагается в Сырымском районе Западно-Казахстанской области. Площадь бассейна реки Оленты составляет 5481 квадратных километров.

Исследования были основаны на материалах водно-эрозионных процессов, проводившихся по эмпирическим опытам и многолетним наблю-

дениям по методике Smith, включающее универсальное уравнение RUSLE.

Универсальное уравнение RUSLE является уравнением, которое было предложено учеными из Америки Смитом и Уйшмейером в последствии доработанное Ренардом и Фостером. Вышеуказанное уравнение универсальных потерь почвы RUSLE позволяет давать оценку подверженности эрозии почв в водоразделе, разработанным в США на основе данных об эрозии почвы, собранных с 1930-х годов Службой охраны почв Министерства сельского хозяйства США (ныне Служба охраны природных ресурсов Министерства сельского хозяйства США).

Модель использовалась в течение десятилетий для целей природоохранного планирования как в Соединенных Штатах, где она возникла, так и во всем мире, и использовалась для реализации многомиллиардной программы США по сохранению.

Материалы и методы исследований

В качестве материала исследования были использованы:

- космические снимки по цифровой модели рельефа SRTM для создания бассейна реки с помощью ГИС-технологий и компьютерных методов;
- статистические данные количества осадков по метеопостам Западно-Казахстанской области для интерполяции и создания карты осадков по бассейну реки Оленты;
- картографический материал по почвенному покрову для сопоставления и анализа почвы бассейна;
- данные по склону и рельефу.

Были использованы методы дешифрирования космических снимков. То есть процессы геоинформационного картографирования бассейновых территорий, которые состоят из нескольких этапов и проводятся по методике, включающей первичную обработку данных, анализ картографических материалов и космических снимков, формирование единой базы геоданных, а также углубленный морфометрический анализ на основе цифровой модели рельефа (ЦМР).

Также были применены ретроспективный анализ, сравнительный анализ, системно-структурный подход, типологический подход, метод аналогий.

Методологической основой данной работы является Земельный кодекс РК, а также рекомендации учёных и НИИ в области землеустрой-

ства, методы моделирования стока талых вод и водной эрозии в период снеготаяния.

В ходе исследования эрозионных процессов на основе уравнения потерь почвы (RUSLE) по методике Smith в бассейне реки Оленты для расчета коэффициента осадков R использован метод интерполяции программы ArcGIS 10.4 и альтернативная формула для вычисления фактора R ($R = 0,548257P - 59,9$; где P – это среднегодовое количество осадков).

Расчет фактора эродированности почвы с помощью программы Excel, ArcGIS 10.4.

Показатели по размываемости почвы были экспортированы в слои экологических площадок в программном обеспечении ArcGIS 10.4 на основе соединения таблиц и интерполяции с помощью метода естественной окрестности в наборе инструментов Spatial Analyst.

Для анализа природных условий бассейна реки Оленты использован топографо-картографический метод, основанный на геоморфологическом анализе формы и расположения горизонталей, а также математическом, графоаналитическом и других методов.

Также использован метод оценки смыва почвы, предназначенный для выявления и принятия мер по возникновению рисков, а также для своевременного и эффективного реагирования на любые отклонения.

Результаты и обсуждение

Ранние противоэрозионные меры в Казахстане были направлены против ветровой эрозии, а о вреде водной эрозии в период снеготаяния особо не придавали значения. Практика показала ошибочность такого подхода. Научкой доказано, что в смытых почвах урожайность сельскохозяйственных культур снижается до 80%. По данным ученых России и США в процессе водной эрозии в период снеготаяния смыв почвы достигает до 15 тн/га за несколько дней. В Казахстане водная эрозия изучалась с разработкой противоэрозионных мер лишь в предгорных и горных зонах.

В Казахстане, так же как по всему Западному региону меры, направленные на управление талыми водами и сокращению водной эрозии, относят к актуальным задачам. Без изучения данного вопроса, невозможно эффективно реализовать проекты по переводу землепользования на ландшафтно-экологические основы, а следовательно, невозможно будет добиться более эффективного и устойчивого перевода сельскохозяйственного землепользования на экологически

безопасную основу, сократить и предупредить деградацию и опустынивание земель.

Сохранение плодородия почв, их мелиорация – вопросы постоянного внимания и заботы многих международных организаций, таких как ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединённых наций), ЮНЕСКО (Организация объединённых наций по вопросам просвещения, науки и культуры), ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), МКЖД (Международная комиссия по ирригации и дренажу).

По сведениям М. Киркби и К. Моргана (1984). В США на очистку воды от ила тратится около одного миллиона долларов в день [4].

Как отмечают Г.П.Сурмач (1979) [5], В.Д.Иванов (1985) [6], М.С.Кузнецов (2002) [7] и др. водная эрозия почв является следствием сложного взаимодействия природных факторов (климата, рельефа, почвы, растительности) и хозяйственной деятельности человека.

Рассматривая основные факторы эрозии, вызываемой стоком талых вод, следует отметить, что смыв почвы при снеготаянии связан, прежде всего, с формированием снежного покрова (Г.П.Сурмач, 1967, 1971, В.М.Васильева, Э.С.Херсонский, 1977, А.В. Павлов, 1979 и др.) [8-11], глубиной промерзания, увлажнением почвы, скоростью ее растаивания, эродирующей способностью талых водных потоков, рельефа, агрофона, противоэрозионной стойкости почв и др. Среди этих факторов управляемым является агрофон. Так по данным М.С.Кузнецова и В.В.Демидова (2002) [12] увеличению высоты снежного покрова и запасов воды в нем по сравнению с отвальной вспашкой способствуют применение на склонах плоскорезной обработки почвы с сохранением стерни на поверхности почвы (соответственно на 3,5-4,5 см и 7-10,8 мм), посевы озимых зерновых культур (11-13 см и 10,8-18,5 мм) и многолетних трав 1-го и 2-го года пользования (7-8,5 см и 22,6-28,8 мм). Установлено (М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов, 1996 и др.), что для северных районов этот показатель выше, чем для южных: в Подмосковье он составляет 0,065 мм/мин, в то время как на Кубани его величина всего лишь 0,015 мм/мин.

Вопрос о допустимых потерях почвы еще менее изучен, чем расчетная величина смыва. По сведениям М.В.Зарубаев (1976), величина допустимого смыва может колебаться от 0,2 до 25 т/га/год [13].

В рассмотренных работах рекомендуются весьма высокие допустимые нормы эрозии.

Как велика, например, эта «норма» для черноземов, показывает такой пример. По расчетам А.Г.Рожкова (1981) в Центральночерноземной зоне среднегодовой смыв почвы за весь период использования пашни на склонах круче 1° составил 3,9 т/га [14]. Следовательно, фактический смыв почвы за сотни лет был ниже рекомендуемой нормы. Но, как известно, такой темп смыва почвы не компенсировался.

Наиболее приемлемыми, по мнению многих авторов являются в настоящее время реальные с практической и экологической точки зрения рекомендации по нормам смыва, разработанные Г.П. Сурмачем (1992): 0,5-2,0 т/га в год (0,05-0,2 мм/год при плотности сложения почвы 1 т/м^3) в зависимости от типа почвы, степени ее смытости и плотности материнской породы [15].

Разрабатываемая научно-техническая продукция соответствует актуальным проблемам Казахстана, так и стран, расположенных в аналогичных климатических условиях Украины, Молдовы, Центрально-Азиатских суверенных государств и для отдельных южных территорий России, а также для стран дальнего зарубежья.

Влияние полученных результатов на развитие науки и технологий и ожидаемый социальный и экономический результат выражается в том, что применение модели RUSLE с методами геообработки является эффективным методом оценки потерь почв в водоразделах, сельскохозяйственных угодьях.

Результаты предлагаемой технологии полезны для дополнения стратегий борьбы с эрозией, а также для создания и реализации природоохранных программ в этой области окружающей среды и заслуживает повсеместного внедрения. Результаты помогут лучше понять текущую ситуацию и отношения потерь почв, так как Казахстан является аграрной страной.

В работе показан ход и алгоритм использования методики Smith в бассейне реки Оленты для расчета коэффициента осадков R с применением усовершенствованного уравнения. Именно это является новизной, практическая значимость заключается в применении данного алгоритма в вопросах эрозионных процессов в Министерстве сельского хозяйства Республики Казахстан, местного управления, крестьянских хозяйствах и т.д. Учреждениям и организациям заинтересованных в получении качественной разноплановой информации, отражающей современное состояние почвенного покрова сельхоз угодий.

Благодаря эффективному управлению земельными ресурсами можно достигнуть цели по

увеличению урожайности и гарантированно получать высокие доходы в той или иной области.

Для вычисления территории бассейна реки в программе *ArcGIS* были использованы SRTM снимки, в которых есть данные по высотам.

Для вычисления границ бассейна реки выполнен алгоритм действий. Во-первых, использован инструмент Заполнение (Fill), здесь происходит процесс сглаживания снимка. Следующим действием является создание карты Направление стоков (Flow Direction). Подготовленный растр содержит в каждом пикселе информацию в целочисленном виде (1,4,8,16,32,64,128) о направлении стоков по сторонам света. Затем, используется инструмент суммарный сток (Flow Accumulation) для идентификации русел рек. В итоге снимок будет иметь черный цвет, на котором будут видны реки белого цвета. Однако для более отчетливого представления рек используется растяжка снимка. После этого, указывается опорная точка, от которой *ArcGIS* будет использовать функцию «Вырисовывать» для бассейна реки. Для этого используем инструмент Рисование (Drawing). В конечном итоге для выделения границ бассейна реки используется водосборная область (Watershed).

Карту смыва почв строят на основе универсального уравнения смыва почв по формуле:

$$A = R * K * LS * C * P,$$

где R – фактор количества осадков

K- коэффициент размываемости почвы

LS – фактор: L- коэффициент длины, S- коэффициент уклона

C – коэффициент землепользования

P – фактор противоэрозионных мероприятий.

Для определения фактора R среднегодового количества осадков использовались снимки в растровом формате и была проведена интерполяция. В результате получили значения осадков для исследуемого участка, на основе которых строилась карта среднегодового количества осадков (Рис.1).

Для создания почвенной карты и механического состава почв были взяты отсканированные почвенные карты территории бассейна реки Оленты, которые использовались для подложки при оцифровке почвенной карты (Рис.2). Оцифровку производили по контуру, в центре каждой ячейки имелись обозначения, к которым присвоен тип почвы и ее механический состав. Например, 12В – это светлокаштановые почвы, имеющие механический состав из среднего суглинки.

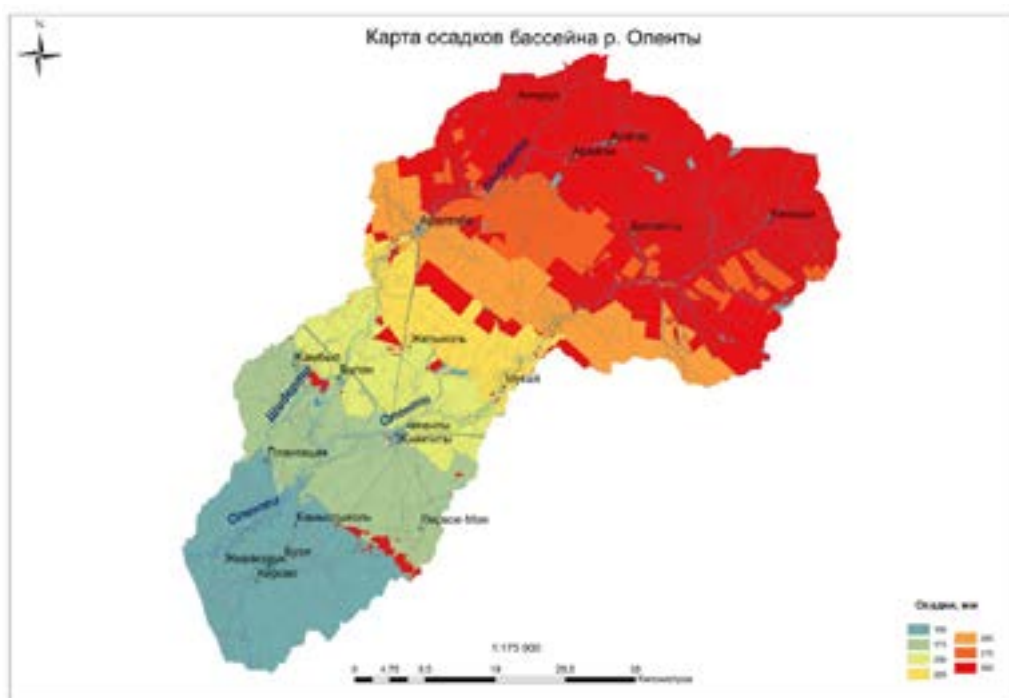


Рисунок 1 – Карта среднегодового количества осадков бассейна реки Оленты

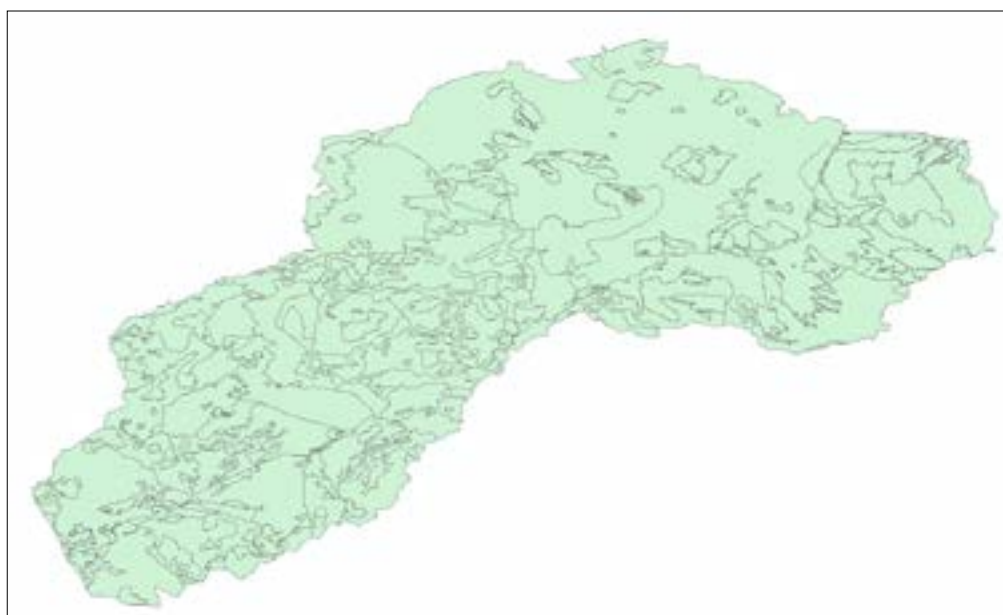


Рисунок 2 – Оцифрованная карта механического состава почвы реки Оленты

Далее по данным из таблицы находим значения для коэффициента K по типу механического состава почвы (Рис. 3).

На основе этих данных получаем карту механического состава почв (Рис. 4).

Для расчета LS фактора использовался SRTM-снимок территории, по которому был вы-

считан уклон, а уже далее по таблице был сделан расчет LS (Рис. 5).

Фактор C можно определить, выбрав метод типа посева и обработки почвы (Таблица 1 и Таблица 2, соответственно). Чтобы вычислить коэффициент землепользования, были выбраны значения из таблицы 1 и умножены их на значе-

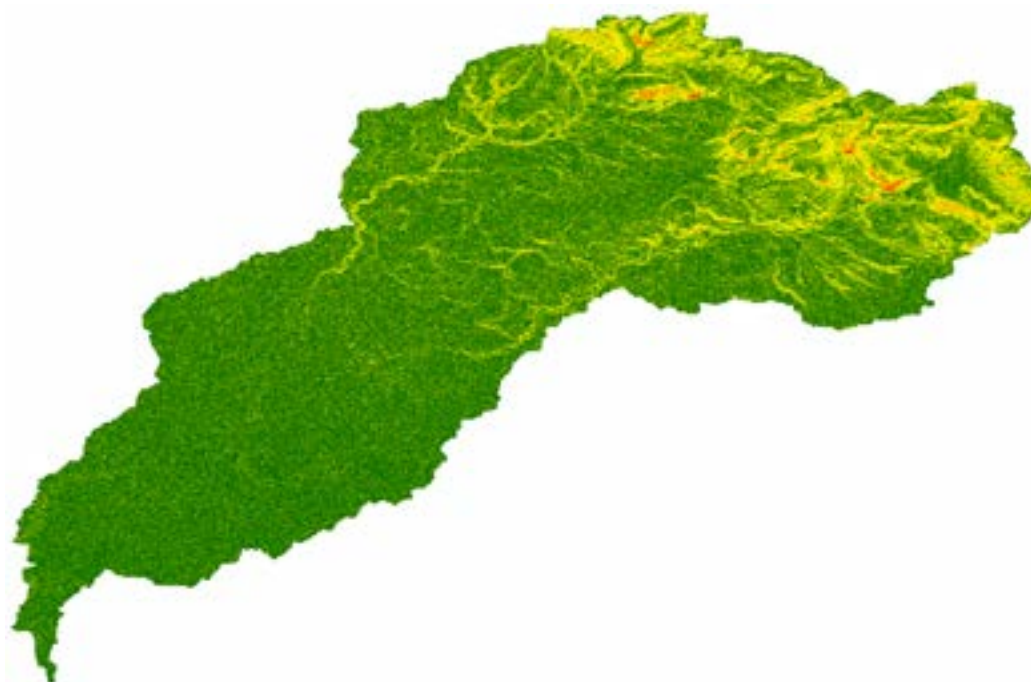


Рисунок 5 – Уклон бассейна реки Оленты

Table 3A. LS Factor Calculation

Slope Length: m (ft)	Slope (%)	LS Factor
30.5 (100)	10	1.38
	8	1.00
	5	0.67
	5	0.54
	4	0.40
	3	0.30
	2	0.20
	1	0.13
	0	0.07
61 (200)	10	1.95
	8	1.41
	6	0.95
	5	0.76
	4	0.53
	3	0.39
	2	0.25
	1	0.16
	0	0.08
122 (400)	10	2.76
	8	1.99
	6	1.35
	5	1.07
	4	0.79
	3	0.52
	2	0.34
	1	0.21
	0	0.09

Рисунок 6 – Данные коэффициента LS



Рисунок 8 – Карта сельскохозяйственных угодий бассейна реки Оленты

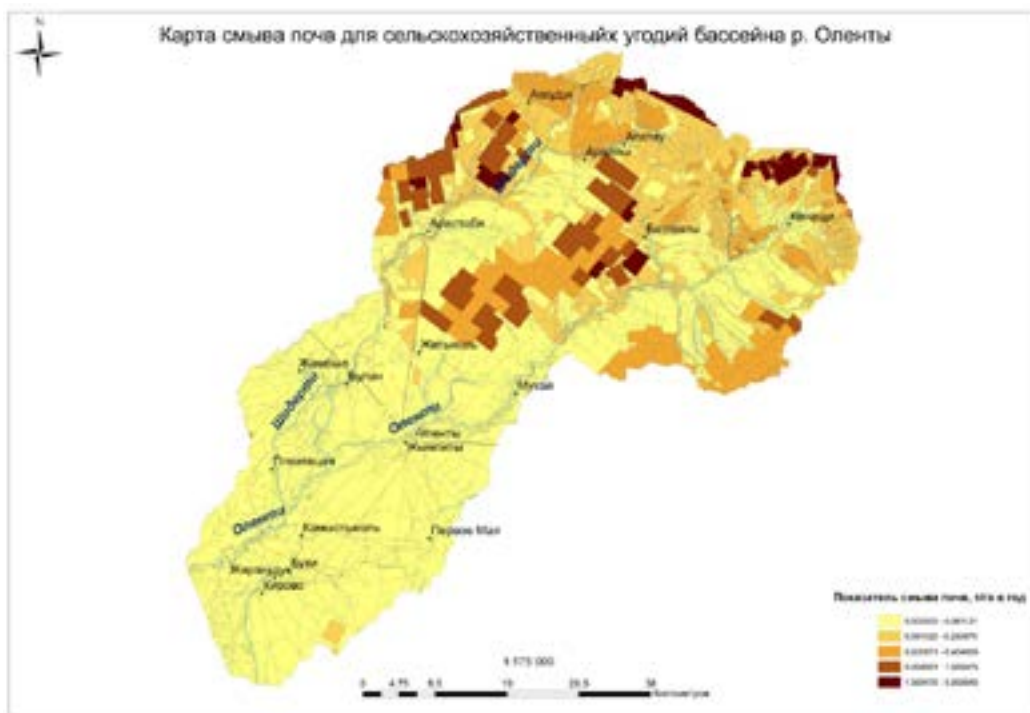


Рисунок 9 – Карта смыва почвы для сельскохозяйственных угодий

Заключение

Из результатов видно, что южная часть бассейна реки имеет показатель смыва почв от 0 до 0,06 т/га в год. Эти земли в основном используются под пастбища и небольшие участки территории под сенокос, расположенные в большинстве случаев на каштановых почвах и солонцах мелких солончаковатых, по механическому составу в основном преобладает тяжелый суглинок. Также эта территория располагается на равнинной части бассейна и имеет наименьшее количество осадков по бассейну реки. Данная территория занимает около 40% всего бассейна реки.

Центральная и северная части имеют различные показатели и колеблются от самых наименьших показателей до самых наивысших, так как территории этих земель значительно отличаются друг от друга, как по типу почв, так и по механическому составу почвы, имеют различный уклон и самое главное имеют различные виды землепользования. Самый высокий показатель смыва почв 1,57 – 5,96 т/га в год имеют пашни, расположенные в основном на каштановых почвах, имеющие механический состав, преобладающий из среднего и тяжелого суглинка, еще пашни, имеющие наивысший показатель характеризуются территорией с высоким количеством осадков и более крутым уклоном. Данные показателя смыва почв от 0,45 до 1,57 т/га в год также принадлежат пашням, но в отличие от предыдущего класса эти пашни расположены в большинстве случаев на почвах, по механическому составу относящихся к среднему суглинку.

Наименьший показатель 0,06 т/га в год относится к пастбищам: $0,3649 (LS) * 0,67 (K) * 0,005 (C) * 200 (R) * 0,25 (P) = 0,06 (A)$. Наибольший показатель 5,96 т/га в год относится к пашням: $1,1858 (LS) * 0,67 (K) * 0,1 (C) * 300 (R) * 0,25 (P) = 5,96 (A)$.

Анализируя данные расчетов, можно легко сказать, что большинство смыва почв приходится на обрабатываемые почвы. Усреднив, показали для каждого вида землепользования, можно увидеть, что наибольшие показатели смыва почв приходятся на пашни – 1,50 т/га, далее на огороды – 0,6 т/га, сенокос – 0,05 т/га, пастбища – 0,03 т/га.

По результатам исследования видно, что наибольший показатель смыва почв приходится на пашни, средний показатель около 1,50 т/га в год, что соответствует «допустимому уровню потери».

Сельскохозяйственные угодья и все необходимые показатели отдельных факторов определены на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с дальнейшей обработкой в среде ГИС.

Усовершенствовано универсальное уравнение потерь почвы (RUSLE) с внесением изменений, где предложено модернизированное универсальное уравнение потерь почвы с введением нового фактора Кривизны (Factor Cu) к топографическому фактору, который состоит из двух факторов: длины склона (L), крутизны склона (S) и добавленному фактору кривизна склона (Cu). При определении LSCu-фактора использована цифровая модель рельефа. Коэффициент LS получен из уравнения Стоуна и Хилборна.

С помощью инструментов программного обеспечения ArcGIS 10.1 на основе цифровой модели рельефа и спутниковых данных с применением ГИС технологий произведена обработка космических снимков SRTM территории и проведена идентификация видов землепользования с оцифровкой картографических материалов. Подготовлены предварительные карты для полевых работ с оцифровкой картографических материалов по карте растительности, карте землепользования, осадкам, механическому составу почвы, векторной почвенной карте Западно-Казахстанской области.

В Западно-Казахстанской области в связи с освоением целинных земель, строительством дорог, промышленных объектов, гидротехнических сооружений за послевоенные годы можно было ожидать интенсивное развитие эрозионных процессов. По данным почвоведов Западно-Казахстанского Государственного научно-производственного центра земельных ресурсов и землеустройства (ГДП ГосНПЦзема) и Западно-Казахстанского государственного университета (ЗКГУ) всего в области подвержено почвенной эрозии 3967,2 тыс.га земель, что соответствует 26,3 % их общего количества.

Крайне важно знать вид эрозии: ветровой или водной, а также их распространения.

В условиях Западной Сибири для образования стока при больших снегах и водосборных площадях по замерзшей почве весной бывает достаточно уклона даже на 1°.

Водная эрозия в период снеготаяния для экономики землепользователей и в целом всей страны наносит огромный ущерб (потеря урожая достигает до 10-70% планового).

Важно отметить, что вместе с талой водой с пашни наряду с мелкоземом смывается от 10 до

30% вносимых удобрений и пестицидов, ухудшающих экологическое состояние нижележащих территории. Расчистка водохранилищ, каналов и рек от продуктов водной эрозии требует больших капитальных вложений.

Данное исследование было профинансировано по проекту грантового финансирования на-

учных исследований по договору № 171/36-21-23 от «13» апреля 2021 г., по теме: AP09260232 «Усовершенствование универсального уравнения потерь почвы (RUSLE) для оценки смыва почвы сельскохозяйственных угодий Казахстана с применением ГИС-технологий и спутниковых данных» на 2021-2023 год.

Литература

1. Kim H.S. Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed, South Korea. Doctoral dissertation. Colorado State University, USA – 2016.
2. Wischmeier W. H. Predicting rainfall erosion losses / W. H. Wischmeier, D. D. Smith // US Dept, of Agric. Handbook. – 2002. – № 537. – 65 p.
3. Wischmeier W.H., Smith, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook 282. USDA-ARS, USA – 1998. – 242 p.
4. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Agriculture Handbook – 2016. – No 537, U.S. Department of Agriculture. – 47 p.
5. Ramazanov N. Modeling soil erosion in the Chagan river of the west Kazakhstan with using RUSLE and GIS tools / N. Ramazanov., T. Darbayeva., B. Chashina., Zh. Berdenov., E. Mendybayev., Wendt. J.A. & Atasoy E // Journal of Environmental Biology (JEB). – Vikas Nagar. INDIA – 2020. – P. 396-404.
6. Ian D. Moore and John P. Wilson. Length-slope factors for the Revised Universal Soil Equation: Simplified method of estimation // Journal of Soil and Water Conservation – 1992. – 58 p.
- P.J.J. Desmet and G. Govers. A GIS procedure for automatically calculating the USLE factor on topographically complex landscape units // Journal of Soil and Water Conservation September – 1996. – https://www.researchgate.net/publication/233425999_A_GIS_procedure_for_automatically_calculating_the_USLE_LS_factor_on_topographically_complex_landscape_units
7. Renard KG, Foster G, Weesies GA, Mccool DK, Yoder DC. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agricultural Handbook – 2017. – No 703. United States Department of Agriculture, Washington
8. Schultz, R.C., J.P. Colletti, T.M. Isenhardt, C.O. Marquez, W.W. Simpkins and C.J. Ball. Riparian forest buffer practices. Chapter 7 pp 189-282; in: Garrett, H.E., W.J. Rietveld and R.F. Fisher (eds.) North American Agroforestry: An integrated science and practices. American Society of Agronomy, Madison, WI. – 2000. – 402 pp.
9. Turekhanov A. Bases of effective use of natural pastures. Science – 2016. – 18 p.
10. Van Remortel, R.D., Maichle, R.W., Hickey, R.J. Computing the LS Factor for the Revised Universal Soil Loss Equation through ArrayBased Slope Processing of Digital Elevation Data Using a C++ Executable. Computers & Geosciences 30 – 2004. – P. 1043–1053.
11. Willett, C.D., R.N. Lerch, R.C. Schultz, S.A. Berges, R.D. Peacher, and T.M. Isenhardt. Streambank Erosion in Two Watersheds of the Central Claypan Region of Missouri, USA. Journal of Soil and Water Conservation. doi:10.2489/jswc.67.4.249 – 2012.
12. Акиянова Ф.Ж., Васильченко Н.И. Процессы эрозии и дефляции почв Акмолинской области в условиях агломерационного развития региона // Материалы международной конференции «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития». Улан-Уде – 2015. – С. 372–376.
13. Воронин А.Д., Кузнецов М.С. Опыт оценки противоэрозионной стойкости почв // Эрозия почв и русловые процессы. – 1978. – Вып. 1. – М. – С. 99-115.
14. Гаврилица А.О. Эрозионные процессы при поливе дождеванием и пути их минимизации // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 77-84.
15. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. Ветровая эрозия почвы и запыление воздуха. – 2007. – М.: Физматлит, – 240 с.
16. Добровольский Г.В., под ред. Добровольского Г.В. Деградация и охрана почв: монография. – 2002 – М.: Изд-во МГУ – 654 с.
17. Заславский М.Н. Эрозиоведение : учебник для геогр. и почв. спец, вузов. – 1983. – М.: Высшая школа, – 320 с.
18. Заславский М. Н. Эрозия почв. – 1979. – М.: Мысль, – 245 с.
19. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., Зорина Е.Ф. Физические основы эрозии почв. Моек. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – 1992. – М. : Изд-во МГУ, – 95 с.
20. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв : основные закономерности и количественные оценки. – 1993. – М.: Изд-во МГУ, – 200 с.
21. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – 1955 – АН СССР, Ин-т геогр. – М.: АН СССР, – 348 с.
22. Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. – 1967. – М.: Колос, – 179 с.
23. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. – 1970. – М.: Колос, – 239 с.
24. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозии русел. – 1988 – Л.: Гидрометеиздат, – 303 с.

25. Токсанбаева С.Т., Рамазанова Н.Е., Тусупбеков Ж.А. Оценка эрозии почв по модели «Rusle» бассейна реки Нура. // Вестник КазНУ. Серия Географическая. – 2021 – Том 61, № 2, 108-119 с.

References

1. Kim, H.S. Soil Erosion Modeling Using RUSLE and GIS on the IMHA Watershed. South Korea: Colorado State University, USA, Doctoral dissertation, 2016.
 2. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. "Predicting rainfall erosion losses." Handbook, no. 537. (2002): 65 p.
 3. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. "Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning." Agriculture Handbook, no. 282. (1978): 242 p.
 4. Wischmeier, W.H., Smith, D.D. "Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning." Agriculture Handbook, no. 537. (1978): 47 p.
 5. Ramazanova, N. "Modeling soil erosion in the Chagan river of the west Kazakhstan with using RUSLE and GIS tools." Journal of Environmental Biology. Vikas Nagar. INDIA. (2020): 396-404 p.
 6. Ian D. Moore and John P. "Wilson Length-slope factors for the Revised Universal Soil Equation: Simplified method of estimation." Journal of Soil and Water Conservation. (1992): 58 p.
 7. P.J.J. Desmet and G. Govers. "A GIS procedure for automatically calculating the USLE factor on topographically complex landscape units." Journal of Soil and Water Conservation September. (1996)
 8. Renard, K.G, Foster, G., Weesies, G.A., Mccool, D.K., Yoder, D.C. "Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)". Agricultural Handbook, no 703. (2017).
 9. Schultz, R.C., Colletti, J.P., Isenhardt, T.M., Marquez, C.O., Simpkins, W.W. and Ball, C.J. "Riparian forest buffer practices." North American Agroforestry: An integrated science and practices. American Society of Agronomy. Chapter 7 (2000): 402 p.
 10. Turekhanov A. Bases of effective use of natural pastures. Science, 2016.
 11. Van Remortel, R.D., Maichle, R.W., Hickey, R.J. "Computing the LS Factor for the Revised Universal Soil Loss Equation through ArrayBased Slope Processing of Digital Elevation Data Using a C++ Executable." Computers & Geosciences, no. 30 (2004): 1043–1053 p.
 12. Willett, C.D., Lerch, R.N., Schultz, R.C., Berges, S.A., Peacher, R.D. and Isenhardt, T.M. "Streambank Erosion in Two Watersheds of the Central Claypan Region of Missouri, USA." Journal of Soil and Water Conservation. (2012).
 13. Akiyanova, F.ZH., Vasil'chenko, N.I. "Protsessy erozii i deflyatsii pochv Akmolinskoy oblasti v usloviyakh aglomeratsionnogo razvitiya regiona" [Processes of erosion and deflation of soils in Akmola region in the conditions of agglomeration development of the region] Materialy mezhdunarodnoy konferentsii Ekosistemy Tsentral'noy Azii v sovremennykh usloviyakh sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Materials of the international conference Ecosystems of Central Asia in modern conditions of socio-economic development]. Ulan-Ude. (2015): p. 372–376.
 14. Voronin, A.D., Kuznecov, M.S. Opyt ocenki protiverozionnoj stojkosti pochv [Experience in assessing soil erosion resistance]. Eroziya pochv i ruslovye processy. Moscow: Vyp. 1., 1970.
 15. Gavrilica, A.O. Eroziyonnye processy pri polive dozhddevaniem i puti ih minimizatsii [Erosion processes during sprinkling and ways to minimize them]. Pochvovedenie, № 1, 1993.
 16. Gendugov V.M., Glazunov G.P. Vetrovaya eroziya pochvy i zapylenie vozduha [Wind soil erosion and air dusting]. Moscow: Fizmatlit, 2007.
 17. Dobrovol'skij, G.V. Degradatsiya i ohrana pochv: monografiya [Soil degradation and protection: monograph]. Moscow: Izd-vo MGU, 2002.
 18. Zaslavskij, M.N. Eroziovedenie : uchebnik dlya geogr. i pochv. spec, vuzov [Erosiology: a textbook for geogr. and soils. specialist, universities]. Moscow: Vysshaya shkola, 1983.
 19. Zaslavskij, M.N. Eroziya pochv [Soil erosion]. Moscow: Mysl', 1979.
 20. Kuznecov, M.S., Glazunov, G.P., Zorina, E.F. Fizicheskie osnovy erozii pochv [Physical basis of soil erosion]. Moscow: MGU, 1992.
 21. Larionovt, G.A. Eroziya i deflyatsiya pochv : osnovnye zakonomernosti i kolichestvennye ocenki [Soil erosion and deflation: basic patterns and quantitative estimates]. Moscow: MGU, 1993.
 22. Makkaveev, N.I. Ruslo reki i eroziya v ee bassejne [River bed and erosion in its basin]. Moscow: AN SSSR, 1955.
 23. Mirckhulava, C.E. Razmyv rusel i metodika ocenki ih ustojchivosti [Erosion of channels and methods for assessing their stability]. Moscow: Kolos, 1967.
 24. Mirckhulava, C.E. Inzhenernye metody rascheta i prognoza vodnoj erozii [Engineering methods for calculating and forecasting water erosion]. Moscow: Kolos, 1970.
 25. Mirckhulava, C.E. Osnovy fiziki i mekhaniki erozii rusel [Fundamentals of physics and mechanics of channel erosion]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988.
- Toxanbayeva, S.T., Ramazanova, N.E., Tusupbekov, Zh.A. "Ocenka erozii pochv po modeli «Rusle» [Assessment of soil erosion using the Rusle model]" Vestnik KazNU. Seriya Geograficheskaya. Tom 61, no. 2 (2021): 108-119 p. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2021.v61.i2.10>