

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2024)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/FYZZ1289>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/RJMU2768>

***Н. Н Асылбек¹., Е. П. Макашеев², А. С. Аканова³,
Г. К. Муратова⁴**

^{1,3,4}Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Республика Казахстан г. Астана

²Казахский Национальный Университет
имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6244-1960>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1698-3614>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7178-2121>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7131-577X>

*e-mail: nurzhan.asylbek@kazatu.edu.kz

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ ПОСЕВНЫХ ЗЕМЕЛЬ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В данной статье представлен комплексный анализ процессов деградации посевных земель в Акмолинской области, с акцентом на использование современных информационных технологий для прогнозирования. Рассмотрены ключевые факторы, влияющие на деградацию земель, включая климатические, экологические и антропогенные аспекты. Исследован опыт зарубежных ученых в разработке автоматизированных систем для сельского хозяйства. На основе данных дистанционного зондирования рассчитаны вегетационные индексы NDVI, IVI, VCI, IVCI и гидротермический коэффициент (ГТК), которые были использованы для мониторинга состояния земель. В ходе исследования выявлено, что применение методов машинного обучения и анализа индексов позволяет оперативно определять зоны риска и разрабатывать меры по предотвращению деградации почвы. Использование автоматизированных систем повышает точность анализа, минимизирует человеческий фактор и способствует принятию эффективных решений в области устойчивого землепользования. Результаты работы могут быть полезны для интеграции цифровых технологий в агропромышленный сектор и управления земельными ресурсами.

Ключевые слова: деградация земель, прогнозирование, автоматизация, сельское хозяйство, вегетационные индексы, дистанционное зондирование, машинное обучение, устойчивое землепользование, климатические факторы.

Введение

Интенсивное развитие технологий позволяет человечеству автоматизировать большинство процессов на производстве, в образовании, в медицине, в сельском хозяйстве и в других сферах деятельности. С широким использованием искусственного интеллекта, в частности, машинного обучения информационные технологии позволяют обрабатывать большие данные, обучать их и получать достоверные результаты, таким образом можно избежать ошибки, допускаемые человеком.

По анализу научных статей в международных изданиях можно заметить, что уровень интереса применения искусственного интеллекта в агросекторе значительно повысилась. Применение нейронной сети в научных исследованиях агросектора начинает появляться в последние годы чаще, чем предыдущие, что говорит о повышении заинтересованности ученых в данной области. Общее количество научных статей о применении нейронных сетей в агросекторе составляет 2 % от общего количества научных статей связанные с информационными технологиями в агросекторе. Применение машинного обучения имеет огромный практический потенциал в исследованиях ученых агрономов. Данный показатель подчеркивает, что применение нейронных сетей в аграрном комплексе набирает популярность среди ученых.

Ученые агросектора для прогнозирования деградации посевных земель используют традиционные методы измерения, хотя на современном этапе имеется большая возможность применять цифровые технологии, искусственный интеллект и методы машинного обучения для быстрого получения результата.

Исследования земель и прогнозирование деградации посевных земель все больше становится актуальным и данный вопрос требует решения в области информационных технологий. Современные информационные технологии позволяют быстро обрабатывать данные и определять степень деградации земли при помощи распознавания спутниковых снимков, а также имеется возможность прогнозирования деградации посевных земель. Эффективные модели и технологии предсказания с помощью новых информационных технологий в точности искусственного интеллекта позволяют заранее выявлять уязвимые участки и принимать целенаправленные меры по предотвращению деградации.

Целью исследования является выявить основные факторы, влияющие на процесс деградации земель и способы автоматизации прогнозирования. Для достижения данной цели были поставлены такие задачи как: изучить опыт зарубежных ученых в области и разработки автоматизированной системы для сельского хозяйства; провести анализ текущего состояния посевных земель с использованием доступных данных и исследований.

В Казахстане более 76 % территории чувствительно к опустыниванию, а площадь уже опустыненных земель составляет около 104 000 км² (3,8 % от общей площади) [1]. В исследовании использовалась методика для картирования опустынивания, сочетающая оценку чувствительности к опустыниванию с анализом долгосрочных тенденций и стабильности чистой первичной продуктивности (NPP), получаемой из спутниковых данных. В северных регионах на деградацию земель значительное влияние оказывает человеческая деятельность в сельском хозяйстве. Авторы рекомендуют целенаправленные меры по регулированию сельского хозяйства и промышленности для предотвращения дальнейшей деградации.

Анализ показывает, что 43 % территории Казахстана подверглось деградации, при этом более 14 % пастбищ столкнулись с крайней или полной деградацией. Регионы Приаралья, Северного Прикаспия и Южного Прибалхашья особенно уязвимы [2].

В исследовании [3] отмечено, что более 90 % сельскохозяйственных угодий Казахстана подверглись деградации. Используя данные спутников Terra и Aqua, авторы определили степень повреждения пастбищ с достоверностью 75–90 %. Предложена классификация и типы деградации земель в соответствии с международными стандартами, что важно для разработки мероприятий по повышению устойчивости агроландшафтов.

Дистанционное зондирование является эффективным инструментом для мониторинга деградации земель. В работе [4] была проведена оценка динамики опустынивания в поселках Иссатай, Зинеден, Майкомген, Миялы и Жаскайрат на протяжении 17 лет. Используя данные спутниковых снимков, авторы выявили значительные изменения в экосистемах на границе полупустынной и пустынной зон Казахстана. Результаты подчеркнули серьезное социально-экономическое воздействие деградации земель на местное население.

В Костанайском районе исследования [5] фокусируются на использовании спутниковых данных для выявления и мониторинга деградации земель. Включая наземные измерения биофизических параметров пастбищ, были разработаны новые алгоритмы и методы оценки риска деградации пастбищ.

Изменения площадей опустынивания в России были изучены в работе [6], где использовались данные дистанционного зондирования для мониторинга

изменений, вызванных засухой и неконтролируемым выпасом скота. Авторы отметили необходимость регулирования численности скота и проведения фитомелиорации для предотвращения дальнейшего опустынивания.

Учеными [7] был разработан новый спектральный индекс для оценки деградации земель, названный комплексным индексом деградации (CDI). Он основан на данных Landsat-8 и учитывает состояние растительности, режим увлажнения и спектральные параметры голой почвы. Разработанный новый индекс был применен на землях юго-восточной части Казахстана. Индекс учитывает растительный покров, увлажнение и спектральные параметры почвы, что позволяет эффективно мониторить деградацию в аридных зонах Евразии.

Исследование [8] в засушливых регионах Северо-Западного Китая подчеркивает проблемы деградации земель, вызванные чрезмерным использованием водных ресурсов для орошения. Концепция нейтрального отношения к деградации земель (НДЗ), входящая в ЦУР 15.3, предполагает поддержание нулевого уровня деградации, при котором количество и качество земельных ресурсов остаются стабильными или улучшаются. Исследования в данном регионе сосредоточены на изучении механизмов оазификации и ее влияния на опустынивание и деградацию, что способствует разработке принципов сбалансированного землепользования.

Засоление почв является серьезной проблемой в южных и центральных регионах Казахстана. Исследование [9] выделило четыре почвенно-гало-геохимические провинции соленакопления, различающиеся по генезису и составу солей. Использование программы ArcMap позволило составить подробные карты соленакопления, что важно для разработки эффективных стратегий управления земледелием в засушливых районах.

В работе [10] отмечено, что опустынивание и деградация земель в засушливых и полузасушливых регионах южного Казахстана сопровождаются засолением, эрозией и деградацией растительности. Более 75% территории Казахстана подвержено этим процессам, что свидетельствует о необходимости принятия срочных мер для восстановления земель.

В Центральной Азии опустынивание является ключевой экологической проблемой. Исследование [11] проводило мониторинг опустынивания с 1982 по 2012 год, используя аналитическую иерархию и дистанционное зондирование. Результаты показали значительное распространение опустынивания в западной части региона, особенно на востоке провинции Синьцзян и плато Устюрт. Выявлены периоды интенсивного опустынивания с 1993 по 2002 год. Авторы подчеркнули необходимость региональных управлений в принятии мер по предотвращению опустынивания и восстановлению экологической среды.

Деградация сельскохозяйственных земель часто связана с нерациональным землепользованием и антропогенным воздействием. В обзоре [12] рассматривается влияние деградации земель на сельское хозяйство и окружающую среду. Подчеркивается, что деградация может приводить к опустыниванию и снижению производственного потенциала почв. Авторы предлагают органическое земледелие как альтернативу для предотвращения деградации и поддержания баланса между сельским хозяйством и сохранением экосистем.

В Юго-Западном Китае проблема опустынивания камней изучена в работе [13], где применяется модель FLUS для прогнозирования изменений до 2035 года. Исследование выявило, что высота, уклон и направление склона, а также человеческая деятельность, существенно влияют на процессы опустынивания. Это подчеркивает важность комплексного подхода к управлению земельными ресурсами в карстовых регионах.

Моделирование сельскохозяйственных процессов играет ключевую роль в прогнозировании последствий деградации земель. В исследовании [14] использовалась модель APSIM для оценки влияния изменения климата на урожайность сельскохозяйственных культур в высоких широтах Швеции. Результаты показали, что повышение температуры и уровня CO₂ может положительно сказаться на урожайности ячменя, овса и кукурузы, при условии отсутствия водного стресса.

В работе [15] проведен эмуляторный анализ чувствительности модели APSIM-Sugar. Сравнение различных методов оптимизации параметров модели показало эффективность оптимизации на основе эмулятора, обеспечивая точные результаты за краткое время. Это важно для улучшения прогнозирования в аграрных системах и разработки стратегий устойчивого земледелия.

Таким образом, анализ научных исследований показывает, что деградация посевных земель в Казахстане требует глубокого изучения и интеграции в сельское хозяйство новейших технологий, в частности, методы анализа искусственного интеллекта.

Материалы и методы

В данном исследовании применен комплексный подход, включающий анализ данных дистанционного зондирования, моделирование процессов деградации земель, а также изучение международного опыта автоматизации прогнозирования. Для верификации результатов использованы полевые исследования и статистический анализ, что позволяет более точно оценить воздействие климатических и экологических факторов на деградацию сельскохозяйственных земель.

Для достижения поставленной цели исследования был реализован поэтапный процесс, включающий выполнение ключевых задач. Каждый этап направлен на решение отдельных аспектов проблемы деградации земель, что позволяет комплексно подойти к автоматизации прогнозирования и разработке эффективных мер по предотвращению дальнейшего ухудшения состояния почв.

1 Изучить опыт зарубежных ученых в области и разработки автоматизированной системы для сельского хозяйства.

Были изучены научные труды опубликованные в международных журналах. Одним из результатов научных исследований является система ArcMap (<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/get-started/main/get-started-with-arcmap.htm>). В ходе исследования были изучены функциональные возможности данной системы и выделены преимущества и недостатки. Преимуществами являются включение подробной методической рекомендации для пользователя, что облегчает изучение работы системы участникам агросектора. Система является открытой для доступа всех желающих пользоваться данной системой. Имеется динамический пользовательский интерфейс, что позволяет настраивать UI под каждого пользователя. В систему интегрированы утилиты, которые позволяют дефрагментировать хранение файла, восстанавливают испорченные файлы. Возможности системы включают картографирование и визуализацию данных. Недостатком данной системы является то, что пользовательский интерфейс отличается сложностью восприятия и устаревшим дизайном, что затрудняет эффективное взаимодействие пользователей с системой.

Следующая исследованная система – Имитатор систем сельскохозяйственного производства APSIM (<https://www.apsim.info/>). Преимуществами данной системы являются то, что он состоит из нескольких ключевых компонентов, таких как: набор биофизических модулей, которые моделируют биологические и физические процессы в сельскохозяйственных системах; набор модулей управления, которые позволяют пользователю указать предполагаемые правила управления, характеризующие моделируемый сценарий и управляющие моделированием; а также различные модули для облегчения ввода и вывода данных в моделирование и из него. Система совместима с установкой на персональные компьютеры и поддерживает использование в автономном режиме, что обеспечивает удобство и доступность для пользователей без необходимости постоянного подключения к интернету. Недостатком же системы является то, что доступ предоставляется исключительно по приобретаемой лицензии, из-за чего ограничивает её доступность для более широкой аудитории и

может затруднить внедрение в бюджетных организациях и среди частных пользователей.

В рамках задачи был проведен анализ научных трудов, опубликованных в международных журналах, что позволило выявить наиболее значимые технологии и программные решения в данной области. Одним из таких решений является система ArcMap, которая предоставляет обширные возможности для картографирования и визуализации данных. Система отличается наличием подробных методических рекомендаций и динамическим пользовательским интерфейсом, однако сложность интерфейса и устаревший дизайн могут ограничивать ее эффективность.

Еще одним изученным инструментом стал имитатор сельскохозяйственных систем APSIM, который позволяет моделировать биофизические процессы и управление аграрными системами. Система обладает высокой функциональностью и автономностью, однако ограниченная доступность из-за лицензирования снижает её применение в широких кругах и бюджетных организациях.

2 Провести анализ текущего состояния посевных земель с использованием доступных данных и исследований

В ходе исследования вегетационных индексов для дальнейшего использования из открытых источников были получены следующие формулы:

для расчета нормализованного относительного индекса растительности (NDVI):

$$NDVI = \frac{(ch_2 - ch_1)}{(ch_1 + ch_2)}$$

$$NDVI(t) = \max_{i=1}^{10} (NDVI_{jk})_i$$

для расчета интегрального вегетационный индекс IVI:

$$IVI = \sum_{i=1}^n NDVI(t)$$

для расчета индекса условий вегетации VCI:

$$VCI(t) = \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}$$

для расчета интегральный индекс условий вегетации IVCI:

$$IVCI = \frac{IVI_i - IVI_{min}}{IVI_{max} - IVI_{min}}$$

для расчета гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова (ГТК):

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{\sum t/10}$$

Нормализованный разностный индекс растительности NDVI является одним из наиболее часто используемых индексов в агрономии и экологии, поскольку он позволяет количественно оценивать плотность и состояние растительности. Этот индекс рассчитывается на основе соотношения между ближним инфракрасным и красным диапазонами электромагнитного спектра, что делает его высокочувствительным к изменению растительного покрова. Такая чувствительность позволяет эффективно использовать NDVI для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур в реальном времени и раннего обнаружения признаков деградации почвы и растительности. Вместе с тем, IVI, или интегральный индекс растительности, позволяет анализировать общее состояние вегетации на протяжении длительного времени, что способствует выявлению долгосрочных трендов и изменений в растительном покрове. Индексы VCI (индекс условий вегетации) и IVCI (интегральный индекс условий вегетации) ориентированы на анализ временных изменений вегетационных условий, помогая оценить влияние экстремальных погодных явлений, таких как засуха или избыточная влажность. Это особенно актуально для регионов с высокой климатической изменчивостью, как Акмолинская области. Гидротермический коэффициент Г. Т.Селянинова (ГТК) учитывает соотношение осадков и температуры, что является критически важным фактором для оценки условий роста сельскохозяйственных культур. В совокупности, использование этих индексов позволяет создать более полную модель состояния растительности и ее изменений, что особенно полезно для компьютеризированного анализа деградации сельскохозяйственных земель.

Результаты и обсуждение

В результате изучения опыта зарубежных ученых в области и разработки автоматизированной системы для сельского хозяйства были выявлены две системы затрагивающие вопросы экологии. Обе системы являются веб-инструментом для широкого круга пользователей. Было выявлено что данные инструменты не включают вопросы по деградации посевных земель.

На основе формул вегетационных индексов за последние 2 года были рассчитаны усредненные вегетационные индексы (Таблица 1), данные были использованы из открытых источников по Акмолинской области (<https://stat.gov.kz/>):

Таблица 1 – Усредненные вегетационные индексы по Акмолинской области

	IVI	IVCI	ГТК
2022	0,811037	0,631879	0,889908
2023	0,477934	0,056353	0,559633

Исследование характеризуется использованием современных методов анализа вегетационных индексов, таких как NDVI, IVI, VCI, IVCI и ГТК, а также данных дистанционного зондирования для оценки состояния сельскохозяйственных земель. Этот подход обеспечивает комплексный анализ, позволяющий выявлять проблемные зоны, отслеживать их изменения и своевременно принимать меры для предотвращения деградации. Автоматизация обработки данных сокращает временные затраты, снижает вероятность ошибок и повышает точность решений, что делает методику удобной и доступной для фермеров и представителей аграрных организаций.

При этом точность расчетов может ограничиваться атмосферными условиями, такими как облачность или пыльные бури, влияющими на данные спутниковых снимков. Пространственное разрешение спутников может затруднять обнаружение мелкомасштабных изменений. Сезонные колебания растительности также создают трудности в интерпретации индексов, так как природные изменения могут маскировать долгосрочные антропогенные факторы деградации земель.

Выводы

Таким образом, изучив процесс деградации данных посевных земель с учетом климатических и экологических факторов, возникает вопрос разработки системы прогнозирования этой деградации для обеспечения устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов в регионе. Результаты анализа вегетационных индексов могут быть использованы для создания моделей прогнозирования деградации земель, которые помогут аграриям и экологам разрабатывать меры по предотвращению или минимизации негативных изменений. С помощью машинного обучения можно разработать модели, учитывающие временные ряды индексов и метеорологических данных, что позволит предсказать вероятность деградации на различных этапах роста сельскохозяйственных культур. Это, в свою очередь, поможет более целенаправленно планировать агротехнические мероприятия, такие как оптимизация посевных работ или выбор адаптивных сортов растений. Кроме того, результаты текущего анализа могут быть использованы для разработки стратегий устойчивого землепользования, направленных на улучшение состояния почв. Долгосрочный мониторинг индексов поможет выявить зоны повышенного риска и оценить эффективность

уже предпринятых мер по восстановлению деградированных земель. Также результаты исследований могут быть полезны для дальнейшей работы по интеграции автоматизированных систем управления в сельское хозяйство, что позволит более оперативно реагировать на изменения в состоянии посевных земель и принимать меры по их улучшению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Hu, Yunfeng & Han, Yueqi & Zhang, Yunzhi.** (2020). Land desertification and its influencing factors in Kazakhstan. *Journal of Arid Environments*. 180. 104203. 10.1016/j.jaridenv.2020.104203.

2 **Issanova, Gulnura & Saduakhas, A. & Abuduwaili, J. & Tynybayeva, K. & Tanirbergenov, s.I.** (2020). Desertification And Land Degradation in Kazakhstan. *The Bulletin*. 5. 95-102. 10.32014/2020.2518-1467.148.

3 **Makenova, S. & Alipbeki, Onggarbek & Tatarintsev, V. & Inkarov, D. & Asanova, G. & Muzyka, O.** (2023). Issue on land degradation in kazakhstan. *Herald of science of s seifullin kazakh agro technical research university*. 10.51452/kazatu.2023.2(117).1406.

4 **Yessenamanova, M & Yessenamanova, Zh & Tlepbergenova, A & Abidinov, Rauan & Ryskalieva, D.** (2020). Desertification assessment of the territory of Atyrau region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 421. 062005. 10.1088/1755-1315/421/6/062005.

5 **Малахов Д. В., Витковская И. С., Батырбаева М. Ж.** Методические Подходы К Изучению Опустыненной Степи Казахстана: Перспективы Использования Некоммерческих Данных ДЗЗ // Вопросы степеведения. 2021. №2.

6 **Shinkarenko, Stanislav & Bartalev, Sergey & Berdengalieva, Asel & Doroshenko, V.V.** (2022). Satellite monitoring of desertification processes in the south of European Russia in 2019-2022. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 19. 319-327. 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327.

7 **Malakhov, Dmitry & Batyrbayeva, Madina & Vitkovskaya, Irina.** (2022). A New Method for Land Degradation Assessment in the Arid Zone of Republic of Kazakhstan. 10.1007/978-3-031-12112-8_7.

8 **Martínez-Valderrama, Jaime & Gui, Dongwei & Ahmed, Zeeshan.** (2023). Oasification and Desertification under the Framework of Land Degradation Neutrality. *Environmental Sciences Proceedings*. 25. 10.3390/ECWS-7-14238.

9 **Issanova, Gulnura & Abuduwaili, J. & Mamutov, Zheken & Kaldybaev, A. & Saparov, Galymzhan & Bazarbaeva, T.** (2017). Saline soils

and identification of salt accumulation provinces in Kazakhstan. *Arid Ecosystems*. 7. 243-250. 10.1134/S2079096117040035.

10 **Issanova, Gulnura & Saparov, Abdulla & Ustemirova, Aigul.** (2014). SOIL DEGRADATION AND DESERTIFICATION PROCESSES WITHIN KAZAKHSTAN.

11 **Jiang, Liangliang & Jiapaer, Guli & Bao, Anming & Kurban, Alishir & Guo, Hao & Zheng, Guoxiong & De Maeyer, Philippe.** (2019). Monitoring the long-term desertification process and assessing the relative roles of its drivers in Central Asia. *Ecological Indicators*. 104. 195-208. 10.1016/j.ecolind.2019.04.067.

12 **AbdelRahman, Mohamed.** (2023). An overview of land degradation, desertification and sustainable land management using GIS and remote sensing applications. 10.1007/s12210-023-01155-3.

13 **Cao, Jiaju & Wen, Xingping & Zhang, Meimei & Luo, Dayou & Tan, Yinlong.** (2022). Information Extraction and Prediction of Rocky Desertification Based on Remote Sensing Data. *Sustainability*. 14. 13385. 10.3390/su142013385.

14 **Morel J. et al.** Quantification of the impact of temperature, CO₂, and rainfall changes on Swedish annual crops production using the APSIM model // *Frontiers in sustainable food systems*. – 2021. – Т. 5. – С. 665025.

15 **Gunarathna M. H. J. P., Sakai Kazuhito, Kumari M. K. N.** / Emulator-based optimization of APSIM-Sugar using the results of sensitivity analysis performed with the software GEM-SA / *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Vol. 7 (2023); DOI=10.3389/fsufs.2023.1157854; ISSN=2571-581X

Поступило в редакцию 31.10.24

Поступило с исправлениями 26.11.24

Принято в печать 04.12.24

**Н. Н Асылбек.¹, Е. П. Макашев², А. С. Аканова³, Г. К. Муратова⁴*

^{1,3,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық

зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы Астана қ.

²Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ.

31.10.24 ж. баспаға түсті.

26.11.24 ж. түзетулерімен түсті.

04.12.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

АҚМОЛА ОБЛЫСЫНЫҢ ЕГІСТІК ЖЕРЛЕРІНІҢ ТОЗУ ПРОЦЕСІН БОЛЖАУДЫ АВТОМАТТАНДЫРУ

*Бұл мақалада болжау үшін заманауи ақпараттық
технологияларды пайдалануға баса назар аударып, Ақмола*

облысындағы егістік жерлердің тозу процесстеріне кешенді талдау ұсынылған. Климаттық, экологиялық және антропогендік аспектілерді қоса алғанда, Жердің деградациясына әсер ететін негізгі факторлар қарастырылады. Ауыл шаруашылығына арналған автоматтандырылған жүйелерді әзірлеудегі шетелдік ғалымдардың тәжірибесі зерттелді. Қашықтықтан зондау деректері негізінде жердің жай-күйін бақылау үшін пайдаланылған NDVI, IVI, VCI, IVCi және гидротермиялық коэффициенттің (ГТК) вегетациялық индекстері есептелген. Зерттеу барысында Машиналық оқыту және индекстерді талдау әдістерін қолдану тәуекел аймақтарын жедел анықтауға және топырақтың деградациясының алдын алу шараларын әзірлеуге мүмкіндік беретіні анықталды. Автоматтандырылған жүйелерді пайдалану талдаудың дәлдігін жақсартады, адам факторын азайтады және жерді тұрақты пайдалану саласында тиімді шешімдер қабылдауға ықпал етеді. Жұмыс нәтижелері цифрлық технологияларды агроөнеркәсіптік секторға біріктіру және жер ресурстарын басқару үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілтті сөздер: болжау, егістік жерлердің деградациясы, автоматтандыру, вегетациялық индекстер.

*N. N. Assylbek¹, Y. P. Makashev², A. S. Akanova³, G. K. Muratova⁴

^{1,3,4}Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana

²al-Farabi Kazakh National University», Almaty

Received 31.10.24

Received in revised form 26.11.24

Accepted for publication 04.12.24

AUTOMATION OF FORECASTING THE PROCESS OF DEGRADATION OF CULTIVATED LANDS IN AKMOLA REGION

This article presents a comprehensive analysis of crop land degradation processes in Akmola Oblast, with emphasis on the use of modern information technologies for forecasting. Key factors influencing land degradation, including climatic, environmental and anthropogenic aspects, are considered. The experience of foreign scientists in the development of automated systems for agriculture has been studied. On the basis of remote sensing data vegetation indices NDVI, IVI, VCI, IVCi and hydrothermal coefficient (HTC) were calculated and used for monitoring of land condition. The study reveals that the use of machine learning

methods and index analysis allows prompt identification of risk zones and development of measures to prevent soil degradation. The use of automated systems increases the accuracy of analysis, minimizes the human factor and promotes effective decision-making in the field of sustainable land use. The results of the work can be useful for the integration of digital technologies in the agro-industrial sector and land management.

Keywords: forecasting, degradation of cultivated lands, automation, vegetation indices.

Теруге 04.12.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2024 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4317

Сдано в набор 04.12.2024 г. Подписано в печать 30.12.2024 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4317

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz