

маршрутам с минимальными отклонениями от намеченного пути. Таким образом, данные, полученные в условиях реального полёта, подтверждают надёжность системы в автономном и безопасном следовании заданным траекториям для эффективного мониторинга и обнаружения пожаров в лесных и сельскохозяйственных районах.

Был получен акт производственных испытаний от 04.09.2023, подтверждающий эффективность предложенной системы разведки и обнаружения пожаров с использованием роботизированного устройства.

Список использованной литературы

1. Nayak V.Y., Rao V.G., Jagruthi H. Drones in Forest Fire Mitigation // International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering, ICECCME 2023. 2023.

2. Manoj S., Valliyammai C. Drone network for early warning of forest fire and dynamic fire quenching plan generation // EURASIP J Wirel Commun Netw. 2023. Vol. 2023, № 1.

3. Yang H., Wang J., Wang J. Efficient Detection of Forest Fire Smoke in UAV Aerial Imagery Based on an Improved Yolov5 Model and Transfer Learning // Remote Sens (Basel). 2023. Vol. 15, № 23.

4. Lu K. et al. A Vision Based Detection and Spatial Localization Scheme of Forest Fire Inspection from UAV // Forests. MDPI, 2022. Vol. 13, № 3.

5. Kaliyev D., Shvets O., Györök G. Computer Vision-based Fire Detection using Enhanced Chromatic Segmentation and Optical Flow Model // Acta Polytechnica Hungarica. 2023. Vol. 20, № 6. P. 27–45.

УДК 631.459

И.В. Подлесных, канд. с.-х. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск

E-mail: podlesnich_igor@rambler.ru

СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ И ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: эрозия, поверхностный сток, стокорегулирующие лесные полосы, ГИС технологии, модель.

Keywords: erosion, surface water runoff, flow-regulating forest belts, GIS technologies, model.

Аннотация: Геоинформационные технологии позволяют проводить моделирование слоя и объема поверхностного стока с оцениваемой территории с учетом ее использования в настоящий момент и после преобразования путем проектирования стокорегулирующих лесных

полос. Это позволяет проанализировать планируемые мероприятия еще на стадии обсуждения и выбрать наиболее приемлемые для решения поставленной задачи.

Summary: Geoinformation technologies allow to carry out modeling of layer and volume of surface runoff from the assessed territory taking into account its use at present and after transformation by designing flow-regulating forest belts. This allows analyzing the planned measures even at the discussion stage and selecting the most acceptable ones to solve the task at hand.

Из-за эрозии почвы каждый день на Земле теряется более 3 миллионов гектаров земель, а каждую минуту 44 гектара пригодных для сельскохозяйственного производства пашни выходит из оборота [1]. И все это связано с тем, что человечество последние 200 лет развитие растениеводства и роста урожайности возделываемых культур строилось на основе распашки все новых и новых земель, что в итоге привело к активному проявлению эрозионных процессов и как следствие снижение площадей пашни.

В связи с сокращением равнинных территорий, на которых удобно вести обработку пашни стали все больше вводить в севообороты земли, расположенные на склонах и постепенно уклон территории, на которой расположена пашня становится больше.

Повсеместная распашка склонов привела к уничтожению естественного растительного покрова, что, в свою очередь, снизило противоэрозионную устойчивость почвы и снижение впитывающей способности. В результате необдуманных действий формируется разрушительный поверхностный сток агротехнического происхождения. Мы живем во время экономического мышления, преобладающего над здравым смыслом, мало кто задумывается о далеком будущем. Проводимые в советский период многочисленные исследования по изучению объемов стока и на основе полученных данных проектирования лесных насаждений на пашне в сегодняшних условиях затратны и требуют большие человеческие ресурсы, которых сегодня недостаточно.

Поэтому для решения вопросов по расчету объемов поверхностного стока во время весеннего снеготаяния стока смыва почвы, проведения анализа для соответствия его допустимым нормам и принятия решения в случае необходимости проектирования противоэрозионных мероприятий могут помочь современные информационные технологии.

Для работы в информационной среде можно использовать QGIS – это бесплатная и открытая кроссплатформенная геоинформационная система, предназначенная для создания, редактирования, анализа, публикации и визуализации геопространственной информации. Она доступна для всех пользователей [2]. С помощью этого продукта можно визуально смоделировать и оценить проявление стока на определенной территории с учетом современного землепользования.

Наиболее стабилизирующим проявление эрозионных процессов на пашне считается использование лесных полос, однако стоимость таких работ велика и выводится из обработки пашня, которая занимается насаждениями. Для уменьшения площади выводимой из оборота земли можно использовать в борьбе с поверхностным стоком узкие двухрядные лесные полосы, но с гидротехническим сооружением между рядами деревьев – канавой с валом по нижней опушке [3].

Такой вид лесных полос организован на опыте по контурно-мелиоративному земледелию (КМЗ) в Курском Федеральном аграрном научном центре. В качестве примера по моделированию использования таких полос, с применением ГИС технологии, нами приведен малый водосбор, опыта КМЗ, с пашней на склонах без противоэрозионной защиты.

Для расчета стока 10% обеспеченности, обозначающей что один раз в 10 лет может наблюдаться сток большого объема воспользовались формулой

$$W_b = h_3 \times \Pi \times K_3 \times \Xi \times P \times K_c \quad (1)$$

где W_b – весенний сток, мм;

h_3 – зональный средний многолетний сток талых вод с зяби или уплотненной пашни в мм;

Π – поправка на тип (подтип) почвы;

K_3 – коэффициент, характеризующий влияние на сток степени эродированности почв;

Ξ – коэффициент, учитывающий воздействие на талый сток экспозиции склона;

P – ордината кривой обеспеченности для перехода от среднего многолетнего стока, снятого с карт к стоку 10%-ной обеспеченности;

K_c – коэффициент снижения стока применяемыми почвозащитными агротехническими или гидромелиоративными приемами на пашне.

ГИС позволяют, используя данную формулу, перейти от слоя стока в мм к кумулятивному объему стока в м³, и рассчитать объем стока для водосбора в целом.

Следующим этапом при проектировании лесных полос необходимо оценить величину оптимального задержания стока талых вод. Величина оптимального задержания стока талых вод (В) рассчитывается по формуле

$$B = H \times \left(\text{ПВ} - W \right) / \left(\text{ПВ} - \text{МГ} \right) \quad (2)$$

где: H – средневзвешенный сток с водосбора, рабочего участка, мм;

ПВ – полная влагоемкость почвы в слое 0–50 см, мм;

W – фактические общие влагозапасы в слое почвы 0–50 см на дату окончания стока, мм;

МГ – максимальная гигроскопичность почвы в слое 0–50 см, мм.

И затем уже для оценки избыточного стока (Y) для территории, на

которой предполагается организация противозерозивного мероприятия

$$Y = H - B \quad (3)$$

где: H – средневзвешенный сток с водосбора, рабочего участка, мм;

B – величина оптимального задержания стока талых вод, мм.

Проведя все вышеописанные виды расчетов на примере водосбора нами, была проведена работа по моделированию проекта расположения лесных полос с канавой и валом.

Средневзвешенный слой стока составил 100 мм, объем стока 16 м^3 , информационная система построила следующие карты рисунок 1.

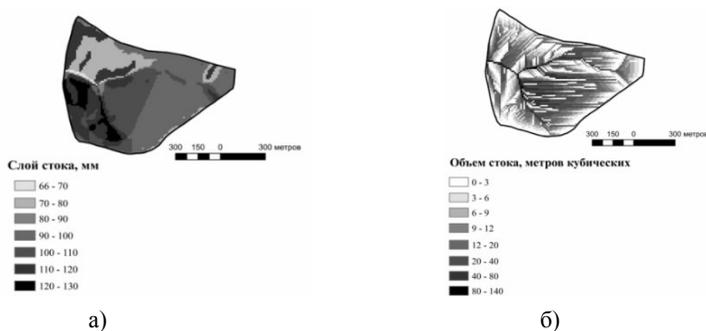


Рисунок 1 – Смоделированный а) слой стока мм и б) объем стока м^3 до проектирования лесополос с канавами

Оптимальная величина задержания стока почвой составила 38,6 мм, то есть избыток незадержанного стока составил 61,4 мм. На следующем этапе предлагается для реализации следующий проект с двумя лесными полосами на склоне с валом по нижней опушке и канавой между рядами деревьев рисунок 2

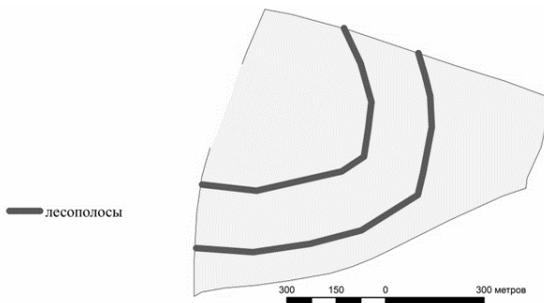


Рисунок 2 – Вариант размещения двухрядных лесополос с канавами в междурядье на водосборе опыта по КМЗ

Затем опять производятся расчёты, как и описывалось выше и средневзвешенный слой стока при данном расположении стокорегулирующих лесных полос составит уже 26 мм, объем стока всего 3,8 м³, сокращение произошло почти в 4 раза. Оптимальная величина задержания стока почвой также осталась 38,6 мм, соответственно весь сток будет поглощен рисунок 3.

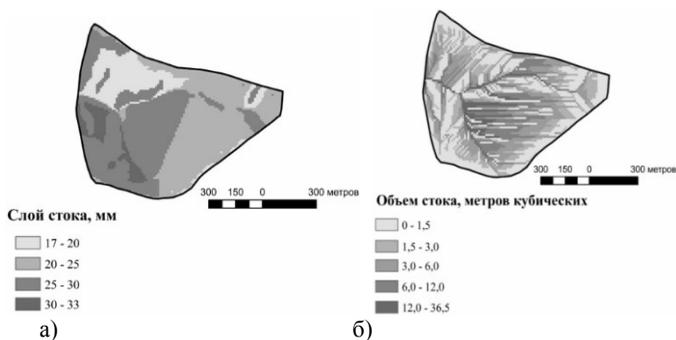


Рисунок 3 – Смоделированный а) слой стока мм и б) объем стока м³ после проектирования лесополос с канавами

Как видно из проделанной работы использование ГИС технологии позволяет смоделировать изменения слоя и объема стока при проведении проектирования противоэрозионного комплекса, таким образом можно моделировать использование не только лесных полос, но и других приемов и оценивать как их применение скажется на снижении поверхностного стока воды, а соответственно и смыва почвы

Список использованной литературы

1. Балакай, Г. Т., Балакай, Н. И., Бабичев, А. Н., Воеводина, Л. А., Юрина, Л. И. Методические указания по определению опасного уровня водной и ветровой эрозии. – Новочеркасск. ФГБНУ «РосНИИПМ»: 2015. – 23 с
2. Методические рекомендации по расчету среднегогодового смыва почв в открытой геоинформационной системе QGIS / Ю. О. Рубаник, А. В. Гостев, А. Н. Золотухин, И. В. Подлесных. – Курск: Деловая полиграфия, 2024. – 96 с. – EDN FUPKР.
3. Подлесных, И.В., Соловьева, Ю.А. Технология проектирования противоэрозионных комплексов с применением геоинформационных систем // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 7. – С. 58–63. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_7_58. – EDN YNELOM.