

Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных угодий с помощью квазилинейного уравнения n -факторной авторегрессии

Т.А. Макаровских¹, М.С.А. Аботалев¹, В.Н. Максимова¹, О.А. Дернова¹

¹Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

makarovskikh.t.a@susu.ru

Аннотация. Как в России, так и в других странах ученые отмечают необходимость использования методов искусственного интеллекта для точного земледелия. Однако программное обеспечение, используемое для него в настоящее время, часто находится на уровне разработки и порой не выпускается в продажу, а методы, заявленные в отдельных статьях, используют стандартные подходы, что приводит к значительным погрешностям. Еще одним камнем преткновения является нетривиальный способ получения исходных данных, в частности в результате анализа спутниковых снимков, что является достаточно трудоемкой работой и возможно только в случае наличия базы данных исследуемых объектов с указанными их географическими координатами. В статье рассматривается разработка системы прогнозирования урожайности сельскохозяйственных угодий по спутниковым снимкам. В систему включены как классические методы (например, рассмотренная в статье параболическая регрессия), так и разработанные авторами подходы для идентификации параметров квазилинейного уравнения n -факторной авторегрессии. Несмотря на наличие на рынке достаточно большого количества программных продуктов для точного земледелия, многие из существующих разработок не предназначены для предоставления данных для дальнейшего анализа специалистами, не являющимися сотрудниками компании-разработчика. В рассматриваемой системе осуществляется сбор, а также последующий анализ данных аэрофотосъемки, заключающийся в построении модели динамики вегетационного индекса, используемой в дальнейшем для прогнозирования урожайности поля в следующих периодах. Предложенная система является расширяемой, т.е. допускает подключение дополнительных модулей для анализа и включения в анализ дополнительных факторов, влияющих на исследуемый показатель. В статье описывается метод представления данных, процесс расчета вегетационных индексов на определенную дату, а также приводятся математические подходы к моделированию вегетационного процесса с использованием качественных детерминированных математических моделей и прогнозирования урожайности поля в следующем сезоне и стоимости продукции.

Ключевые слова: точное земледелие, прогнозирование, проектирование, математическая модель, урожайность, динамика вегетационного индекса

Для цитирования: Макаровских Т.А., Аботалев М.С.А., Максимова В.Н., Дернова О.А. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных угодий с помощью квазилинейного уравнения n -факторной авторегрессии // Прикладная информатика. 2023. Т. 18. № 6. С. 5–19. DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-5-19

Forecasting of crop yields using the quasi-linear equation of n-factor autoregression

T. Makarovskikh¹, M. Abotaleb¹, V. Maksimova¹, O. Dernova¹

¹South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

¹makarovskikh.t.a@susu.ru

Abstract. Both in Russia and in other countries, scientists note the need development of artificial intelligence methods for precision farming. However, the software nowadays used for this purpose is only developing and sometimes not released for sale, and the methods stated in individual articles use standard approaches, which leads to significant errors. Another reason is a non-trivial way of obtaining initial data, in particular, as a result of the analysis of satellite images, which is a rather laborious work and is possible only if there is a database of the objects under study with their specified geographical coordinates. The article discusses the development of a system for predicting the yield of agricultural land using satellite images. The system includes both classical methods (for example, the parabolic regression discussed in the article) and approaches developed by the authors to identify the parameters of the quasi-linear equation of n-factor autoregression. Despite the presence on the market of a fairly large number of software products for precision farming, many of the existing software and approaches are not intended to provide data for further analysis by specialists who are not employees of the developer company. As for our system, the collection and subsequent analysis of aerial photography data is carried out, which consists in building a model of the dynamics of the vegetation index, which is subsequently used to predict the yield of the field in the following periods. The proposed system is extensible, i.e., it allows connecting additional modules for analysis and inclusion in the analysis of additional factors that affect the indicator under study. The article describes the data presentation method, the process of calculating vegetation indices for a certain date, and also provides mathematical approaches to modeling the vegetation process using high-quality deterministic mathematical models and predicting the next season's crop yield and production costs.

Keywords: precision farming, forecasting, design, mathematical model, crops, dynamics of vegetation index

For citation: Makarovskikh T., Abotaleb M., Maksimova V., Dernova O. Forecasting of crop yields using the quasi-linear equation of n-factor autoregression. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2023, vol.18, no.6, pp.5-19 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-6-5-19

Введение

Как в России, так и в других странах ученые отмечают необходимость использования методов искусственного интеллекта для точного земледелия. Однако программное обеспечение, используемое для него в настоящее время, часто находится на уровне разработки и не выпускается в продажу, методы, заявленные в отдельных статьях, используют стандартные подходы. В работе [1]

представлен анализ имеющихся публикаций по использованию методов искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. В соответствии с этим анализом Россия значительно уступает многим странам (Австралии, Канаде, Китаю, странам ЕС и др.).

Разработка платформы Idrisi¹ Университетом Кларка (США) является результатом работы исследовательских групп универси-

¹ The Clark Labs. URL: <https://clarklabs.org/>