

*Л.А. Позднякова*

*L.A. Pozdnyakova*

ООО «БалтСибГео», ООО «КБ ЭлектрOMETрии»

ООО «BaltSibGeo», ООО «KB Electrometry»

**АДАПТАЦИОННОЕ ГЕОПЛАНИРОВАНИЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В  
СОВРЕМЕННОМ МИРЕ  
ADAPTIVE GEOPANNING OF NATURAL RESOURCES IN  
THE MODERN WORLD**

*Аннотация.* В последнее время пристальное внимание уделяется проблемам изменения климата и рациональному использованию природных ресурсов. Повышение урожайности при снижении затрат и уменьшении рисков невозможно без адаптации производства к пространственной и временной вариабельности климатических, почвенных и водных ресурсов. На примере культуры риса рассмотрены приемы ГИС анализа и адаптационного геопланирования агропроизводства.

*Ключевые слова:* геоинформационные системы (ГИС), сельское хозяйство, районирование сортов, агрономическое картографирование, геофизические методы

*Abstract.* Recently, climate change and sustainable exploitation of the natural resources received a lot of attention. Increasing crop yields while decreasing inputs and hedging production risks is impossible without adaptation to the spatial and temporal variability in climate, soil, and water resources. Rice cultivation is taken as an example to highlight principles of GIS analysis and adaptive planning of agricultural production.

*Key words:* geoinformation systems (GIS), agriculture, crop adaptability, agronomic mapping, geophysical methods

Природные ресурсы, такие как климатические и погодные условия, почвы, поверхностные и грунтовые воды, являются неотъемлемой частью агроэколандшафтов и претерпевают постоянные изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека [Позднякова Л.А., 1995] и также в силу глобального изменения климата [Grigorieva E. ...]. Поэтому

агропромышленному комплексу необходимо рационально планировать производство в гармонии с постоянно меняющимися условиями.

К чему адаптироваться?

- пространственная и временная вариабельность климата требует постоянной адаптации планов производства культур, географического районирования новых сортов.

- пестрота почвенного покрова требует детальных карт внесения удобрений, мелиоративных мероприятий и т.п.

Кто должен адаптироваться?

- компании производящие семена и удобрения, фермеры и агрохолдинги, государственные структуры ответственные за долгосрочную стратегию развития сельского и лесного хозяйства.

Кто принимает решение к действию?

- генеральные директора агрокомпаний, крупные фермеры, министры сельского и лесного хозяйства регионов. При этом ключевые исполнители таких планов – это главные агрономы и заведующие с/х производством.

Зачем им гео-информация?

- расширение производства в новые регионы и районы;  
- увеличение урожайности при снижении затрат;  
- снижение рисков при планировании севооборотов, мер по улучшению плодородия почв.

На примере культуры риса (до 500 га традиционно выращивается в Краснодарском и Ставропольском крае, самый северный рис в мире) можно рассмотреть агроэкоадаптацию производства к глобальным и региональным условиям. Физиологические требования культуры риса можно обобщить из литературных источников. Оптимальные условия для рисоводства следующие:

- минимальная суточная температура воздуха  $>5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  для активного роста),  $15\text{--}36\text{ }^{\circ}\text{C}$  – оптимальная температура;

- GDD – сумма активных температур, т.е. температура  $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $> 1200$  за вегетацию);

- период вегетации: 90–120 дней;

- наличие ирригационной воды в достаточном количестве;

- минимальные риски экстремальных погодных условий (наводнения, засухи, экстремально высокие или низкие температуры в критические периоды вегетации).

Такие обобщенные критерии хороши для общей оценки пригодности региона для выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры. Климатические показатели для подобных моделей можно получить из открытых источников, как зарубежных, так и отечественных. Например, нами разработана компьютерная программа на языке Питон, позволяющая запросить ежедневные исторические климатические данные за последние 30 лет в любой точке мира (NASA NOAA, Copernicus CDS), по сетке дискретизации около 50×50 км и рассчитать критические параметры для разных с/х культур для оценки производственных рисков и прогнозирования урожайности (Рис. 1).

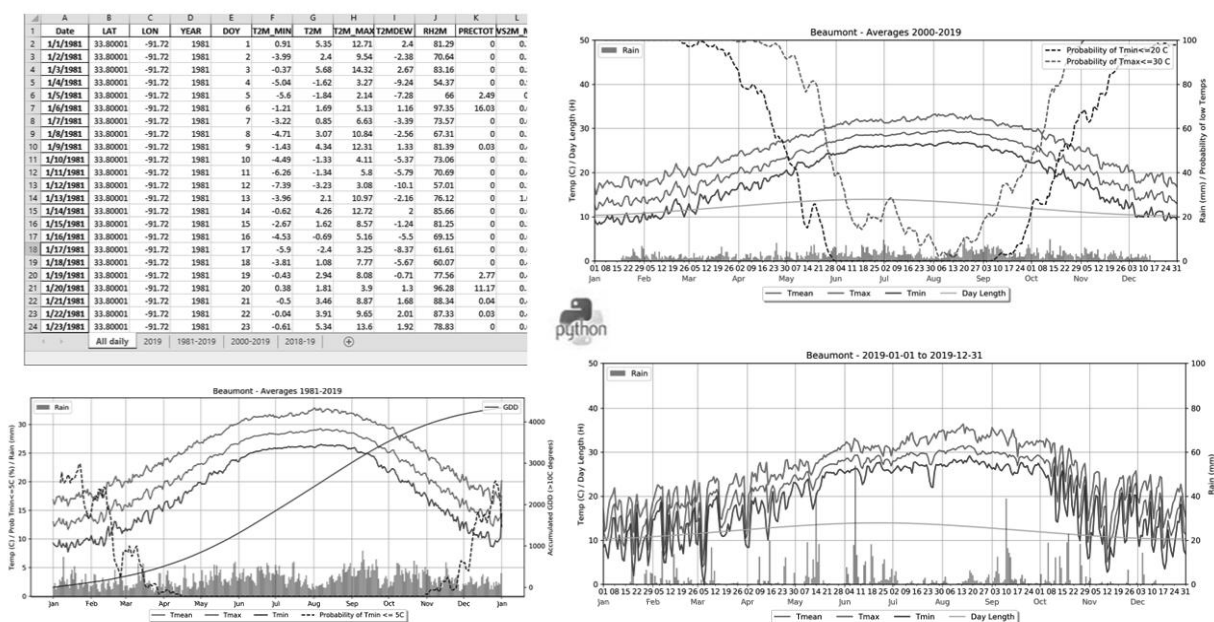


Рис. 1. Автоматический вывод климатических показателей, расчет и визуализация рисков по критериям для культуры риса

Однако, для более детального районирования сортов той или иной культуры, планирования севооборотов и прогнозирования урожайности, данные по климату и почвам необходимо связывать с исторической урожайностью сорта – результатами многолетних полевых тестирований от конкретной компании или исследовательского института. На рисунке 2 показано, что на урожайность риса в равной мере влияет как генотип сорта, так и

среда обитания. По многолетним полевым данным в США были выделены 5 регионов отличающиеся по максимальной урожайности риса.

Аналогично рису, среда произрастания сильно влияет на рост и других с/х культур, наши собственные данные показали пространственное варьирование урожая клюквы [Pozdnyakova L., Oudemans P.V., 2003; Peter V. Oudemans et all., 2002], сладкого картофеля и лука. Литературные данные по другим культурам также подтверждают, что влияние среды, то есть агроэкология ландшафта не уступает, а во многих случаях перекрывает влияние генотипа растения.



Рис. 2. Влияние условий среды и генетики сорта на урожайность с/х культур

В отличие от климатических данных, для которых пространственная детальность по шкале 2500 кв. км адекватна для прогнозирования урожайности и агрорайонирования сортов, почвенные свойства, влияющие на урожай и качество продукции, варьируют в пределах одного хозяйства и даже поля. Последние 20 лет получили распространение приемы точного земледелия, то есть варьирование плотности посадки, полива и внесения удобрений в зависимости от микрорайонирования поля, на основе детальных почвенных карт. Получение таких карт невозможно без применения методов дистанционного зондирования, то есть использования спутниковых и БПЛА снимков произрастания культур, и особенно, наземных экспрессных геофизических методов почвенного картирования, разработанных и разрабатываемых нашими компаниями [Trubin A, et all. ...; Manstein Y, Golovko L., 2021; Манштейн Ю.А., Позднякова, Л.А., 2022] и научными учреждениями-партнерами.

## Список использованных источников

1. Позднякова, Л.А. Антропогенные изменения некоторых пойменных почв и электрические методы их изучения. М., 1995.

2. Grigorieva E. Evaluating the Sensitivity of Growing Degree Days as an Agro-Climatic Indicator of the Climate Change Impact: A Case Study of the Russian Far East. Atmosphere [Internet]. 2020 Apr [cited 2022 Nov 8]; 11(4):404. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/4/404>.

3. Pozdnyakova L., Oudemans P.V. Utilizing GIS to manage cranberry production in New Jersey. In: Bi-annual Meeting of North American Cranberry Research and Extension Workers (NACREW). East Wareham and Lakeville, MA, 2003.

4. Oudemans P.V., Pozdnyakova L., Hughes M.G., Rahman F. GIS and remote sensing for detecting yield loss in cranberry culture // J. of Nematology. 2002. 34(3).

5. Trubin A, Manstein Y, Golovko L.A. Electrical Geophysics for Agronomic Soil Characterization; 11(1): URL: <http://crimsonpublishers.com/mcda/fulltext/MCDA.000754.php>.

6. Manstein Y, Golovko L. Novel Flying EM Sensor for Agricultural Research. In: 2021 SUMMIT ON DRONE GEOPHYSICS. virtual: SEG; 2021. URL: <https://tinyurl.com/2wdb7run>.

7. Манштейн Ю.А., Позднякова, Л.А. Электроразведка для аналитики почвенных показателей. Геленджик, 2022.