

УДК 631.559

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КАМЕНКА

Д. С. Фомин, Дм. С. Фомин, С. С. Полякова

*Пермский НИИСХ филиал ПФИЦ УрО РАН,  
614523, Россия, Пермский край, с. Лобаново, ул. Культуры, д.12,  
[prm.fomin.d@gmail.com](mailto:prm.fomin.d@gmail.com)*

Исследована взаимосвязь экспозиции склонов и урожайности яровой пшеницы Каменка на агрополигоне Пермского НИИСХ филиала ПФИЦ УрО РАН в 2023 г. Применение геоинформационных систем позволило установить размещение частей агрополигона по сторонам Света и определить урожайность зерна на них, которая варьировала от 1,18 до 1,61 т/га. Установлено, что посевы яровой пшеницы, размещенные на восточной части склона, достоверно увеличивают свою продуктивность на 0,29 т/га ( $НСР_{05}=0,27$  т/га) по сравнению с посевами, размещенными на северной части. Яровая пшеница, размещенная на южной и западной экспозиции агрополигона имеет тенденцию снижения продуктивности на 0,13 и 0,09 т/га соответственно.

**Ключевые слова:** яровая пшеница; геоинформационные системы; точное земледелие; агроэкологический анализ; экспозиция склонов.

## APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS TO ANALYZE THE YIELD OF SPRING WHEAT KAMENKA

D. S. Fomin, Dm. S. Fomin, S. S. Polyakova

*Perm Research Institute of Agriculture - branch of the Perm Federal Research Center of  
the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
614523, Lobanovo, Perm region, Russian Federation, [prm.fomin.d@gmail.com](mailto:prm.fomin.d@gmail.com)*

The relationship between the exposure of slopes and the yield of spring wheat Kamenka was studied at the agricultural polygon of the Perm Research Institute of Agriculture — a branch of the Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in 2023. The use of geographic information systems made it possible to establish the location of parts of the agricultural polygon on the cardinal points and determine the grain yield on them, which varied from 1,18 to 1,61 t/ha. It has been established that spring wheat crops placed on the eastern part of the slope significantly increase their productivity by 0,29 t/ha ( $LSD_{05}=0,27$  t/ha) in comparison with crops placed on the northern part. Spring wheat placed on the southern and western exposure of the agricultural landfill tends to reduce productivity by 0,13 and 0,09 t/ha, respectively.

**Keywords:** spring wheat, geographic information systems, precision agriculture, agroecological analysis, slope exposure.

Развитие современных цифровых технологий стимулирует трансформацию сельскохозяйственного сектора, приводя его к новым стандартам. В современных условиях значительными вызовами являются обеспечение продовольственной независимости и безопасности государства, повышение конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках и снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе. Преодоление этих глобальных вызовов, в области продовольственной безопасности, возможно с внедрением инноваций в сельское хозяйство, в том числе и элементов точного земледелия.

Внедрение точного земледелия в производственные процессы представляет собой перспективный путь для повышения эффективности сельского хозяйства. Важным помощником выступают геоинформационные системы (ГИС) и могут предоставлять собой инструменты для сбора, анализа и визуализации геопространственных данных, что позволяет сельхозтоваропроизводителям и фермерским хозяйствам принимать более обоснованные и эффективные решения [1, с. 57].

ГИС позволяют создавать детальные карты полей с учетом различных параметров, таких как тип почвы, уровень увлажненности, содержание элементов и др., что помогает оптимизировать распределение ресурсов [2, с. 39]. Значительная пространственная неоднородность плодородия почв может проявляться даже в пределах одного поля, что создает разные условия для роста сельскохозяйственных культур и требует дифференцированного подхода к технологиям их возделывания [3, с. 3].

Целью исследований являлось установление взаимосвязи урожайности яровой пшеницы и экспозиции склона. Исследования были проведены на опытном агрополигоне Пермского НИИСХ филиала ПФИЦ УрО РАН в 2023 г. (рис. 1).

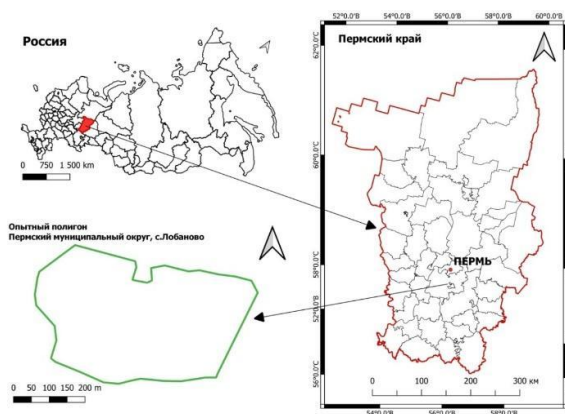


Рис. 1. Месторасположение опытного полигона

Объектом исследований является яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), среднеспелый сорт Каменка, включенный Госреестром по Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Северная экспозиция склона. 2. Восточная экспозиция склона. 3. Южная экспозиция склона. 4. Западная экспозиция склона.

Технология возделывания яровой пшеницы общепринята для Среднего Предуралья. Предшественник: озимая пшеница. Основную обработку почвы проводили полунавесным оборотным плугом Kuhn Manager C5T (5 корпусным), ранневесеннее боронование — сцепкой борон БЗТС-1. Минеральные удобрения внесены под предпосевную культивацию, норма внесения  $N_{60}P_{60}K_{60}$  средне-рекомендуемая для региона, вносили разбрасывателем минеральных удобрений KUNH AXIS 40.2 M. Предпосевную культивацию проводили универсальным блочно-модульным культиватором 8П. Посев пшеницы осуществляли при наступлении физической спелости — 13.05.2023 г., сеялкой зерновой механической Amazone D9 4000. Норма высева — 6 млн. шт/га. Обычный рядовой способ на глубину 3-4 см с последующим прикатыванием ККШ-6.

Агроэкологический анализ агрополигона проведен в свободной кроссплатформенной геоинформационной системе QGIS, содержащей в себе набор интегрированных приложений, позволяющий проводить пространственный анализ. Предварительная обработка данных с Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) проведена в System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA).

Описание почвы изучаемого агрополигона проведен по [4, с. 5] и определены физико-химические свойства пахотного слоя (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика пахотного слоя почв**

Почва	Гумус, %	pH <sub>KCl</sub>	pH <sub>H2O</sub>	Ммоль/100 г почвы			V, %	Подвижные элементы, мг/кг почвы		dv
				Hг	S	ЕКО		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
П <sub>4</sub> <sup>ДШТЭ</sup> <sub>1</sub>	2,9	4,7	6,0	5,3	14,6	19,9	73,4	35,0	185,3	1,25

Почва характеризовалась как мало гумусная, со среднекислой реакцией среды и средней нуждаемостью в известковании, низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора и высоким содержанием подвижных форм калия.

Сильное влияние на динамику физико-химических показателей, влажности и температурного режима почвенного покрова имеют ландшафтные особенности участка, а также климатические условия [5, с. 123].

Цифровая модель рельефа агрополигона на рисунке 2 а) отображает, что опытный полигон имеет перепады высот от 160 до 181 метра над уровнем моря. Дальнейшая обработка цифровой модели рельефа позволила классифицировать территорию агрополигона по крутизне склона так, например большая часть территории классифицируется как зональная (рис. 2 б)).

Определение экспозиции склонов позволило распределить части территории по частям Света, где северная часть занимала большую территорию, западная 37 %, меньшую часть составила восточная экспозиция 11 % (рис. 2 в)).

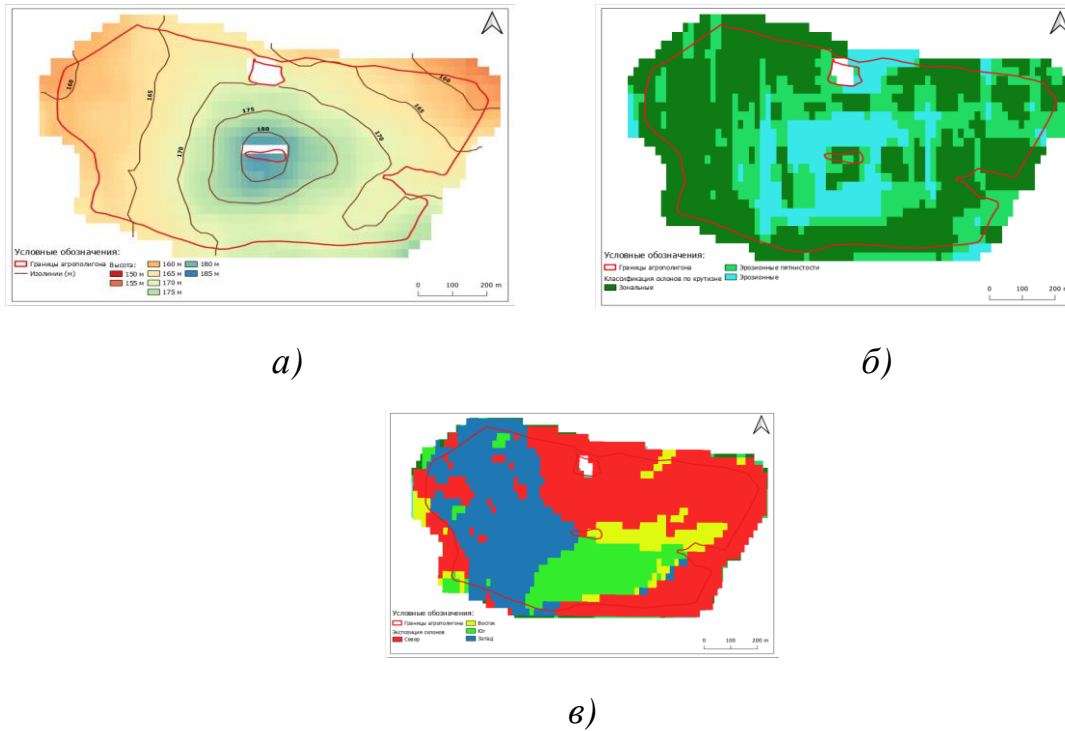


Рис. 2. Агроэкологический анализ агрополигона

Выполненный агроэкологический анализ агрополигона позволил выделить участки для учета урожайности яровой пшеницы. Результаты применения геоинформационных систем для учета урожайности яровой пшеницы сорта Каменка на учетных площадках представлены в табл. 2.

Данные проведенных исследований, показывают, что урожайность зерна яровой пшеницы, зависела от размещения ее по сторонам Света и

варьировала от 1,18 до 1,61 т/га. Установлено, что посеы яровой пшеницы, размещенные на восточной части склона, достоверно увеличивают свою продуктивность на 0,29 т/га ( $НСР_{05}=0,27$  т/га) по сравнению с посевами, размещенными на северной части.

Таблица 2

**Урожайность яровой пшеницы Каменка, т/га**

Вариант	Урожайность	Разность
Северная экспозиция склона (контроль)	1,32	-
Восточная экспозиция склона	1,61	0,29
Южная экспозиция склона	1,18	-0,13
Западная экспозиция склона	1,22	-0,09
$НСР_{05}$	0,27	

Посевы яровой пшеницы, размещенные на южной и западной экспозиции агрополигона, имеют тенденцию снижения продуктивности на 0,13 и 0,09 т/га соответственно.

Таким образом, мониторинг урожайности на полях с использованием ГИС технологий, подкрепленных спутниковыми данными и (или) датчиками на технике помогают выявлять зоны на полях и принимать меры основанные на дифференцированных технологиях внесения удобрений, семян и пестицидов для улучшения продуктивности культур.

*Выводы.* Таким образом геоинформационные системы могут быть эффективным инструментом для современного точного земледелия, помогая сельскохозяйственным предприятиям повышать производительность, эффективность и устойчивость своего производства.

**Библиографические ссылки**

1. Фомин Д. С., Фомин Д. С., Пикулева Г. И. Геоинформационные системы в агроэкологической оценке земель для проектирования адаптивно-ландшафтной системы обработки почвы в Предуралье //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 1(72). С. 57-63.
2. Клебанович Н. В., Киндеев А. Л., Сазонов А. А., Червань А. Н., Домась А. С., Ересько М. А., Ефимова И. А. Пространственная неоднородность почвенного покрова и агрохимических показателей почв Солигорского района //Земля Беларуси. 2019. № 1. С. 39-48.
3. Глазунов Г. П., Афонченко Н. В., Золотухин А. Н. Пространственная неоднородность показателей плодородия черноземных почв в склоновых агроландшафтах ЦЧР //Земледелие. 2021. №. 7. С. 3-9.
4. Полевой определитель почв. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
5. Шабанов М. В., Стрекулев Г. Б. Изучение ландшафтов Южного Урала по данным полевых обследований и картографического материала //Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 31. С. 123-135.