

Правительство Республики Татарстан
Министерство цифрового развития государственного управления,
информационных технологий и связи Республики Татарстан
Казанский (Приволжский) Федеральный университет
ГКУ «Центр цифровой трансформации Республики Татарстан»
ГУП «Центр информационных технологий Республики Татарстан»



ТАТАРСТАНСКИЙ
НЕФТЕГАЗОХИМИЧЕСКИЙ
ФОРУМ



Посвященный году науки и технологий

Х НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОДЕЗИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

ПРОГРАММА ТЕЗИСЫ И ДОКЛАДЫ

31 августа-
1 сентября
Казань 2021



Использование геоинформационных систем и GPS-навигации при проведении агрохимического обследования под точное земледелие

К.Г. Гиниятуллин, Е.В. Смирнова, И.А. Сахабиев, кафедра почвоведения института экологии и природопользования Казанского федерального университета, ginijatullin@mail.ru

Внедрение технологий цифрового (точного, прецизионного, координатного) земледелия является в настоящее время одним из перспективных направлений модернизации сельскохозяйственного производства и встраивания его в формирующуюся цифровую экономику. Перспективы развития цифровых технологий в современном растениеводстве связывают в значительной степени с внедрением систем дифференцированного роботизированного внесения минеральных удобрений [1]. Применение данных систем обеспечивает рациональное использование минеральных туков, получение экологически чистых продуктов питания и существенно снижает негативное воздействие внесения минеральных удобрений на почвы и сопредельные среды. Это достаточно очевидно, поскольку даже для полей с достаточно однородным почвенным покровом содержание доступных элементов питания на отдельных участках может варьировать в разы, а обеспеченность элементом питания меняться от низкой и средней до высокой и очень высокой. Особенно это актуально для обеспеченности почв доступными формами фосфора и калия. Получается, что при внесении на все поле удобрения в одинаковой дозе будут наблюдаться как участки с недостаточным внесением минерального удобрения, так и с избыточным внесением. Использование подобной практики внесения минеральных удобрений создает все предпосылки для формирования пространственной неоднородности полей по обеспеченности элементами питания и, соответственно, будет в будущем только усугублять данную проблему. Вследствие чего переход на дифференцированное внесение минеральных удобрений можно считать в будущем безальтернативным.

Вместе с тем широкое внедрение роботизированных систем дифференцированного внесения минеральных удобрений в значительной степени тормозится отсутствием точных карт обеспеченности пахотных угодий доступными для растений элементами питания. Традиционное агрохимическое обследование полей ориентированное на внесение удобрений в целом на поле не может обеспечить необходимой точности карт-заданий для роботизированной техники внесения минеральных удобрений. Например, для Республики Татарстан размер элементарного участка для составления объединенной почвенной пробы для агрохимического анализа под зерновые культуры, выращиваемые без орошения, должен быть не менее 20 га, под овощные орошаемые культуры 5 га. При этом размер сторон ячейки дифференцированного внесения удобрений у спецтехники в среднем составляет 12-18 м, т.е. меньше одной десятой га. Поэтому для получения карт-заданий необходимой точности требует использования интерполированных карт обеспеченности полей элементами питания, которые должны создаваться с применением надежных геостатистических интерполяторов. Традиционно для создания таких карт, используют ординарный кригинг, применение которого позволяет получить адекватные пространственные модели только при выполнении ряда требований к проведению агрохимического анализа. количество точек отбора агрохимических образцов должно быть не меньше 100 [2]. При применении для моделирования вариограммы метода относительного правдоподобия, количество точек может быть уменьшено до 50 [3]. При меньшем количестве точек метод кригинга не имеет никаких преимуществ по сравнению с более грубыми детерминистскими интерполяторами.

При среднем размере полей зернопропашных в зоне лесостепи 200-300 га отбор почвенных проб в соответствии с действующим стандартом не даст необходимого количества точек опробования, а объединение полей в кластеры для интерполяции геостатистическими методами

возможно только в том случае если они имеют общие границы и однотипное строение рельефа. Следовательно, при проведении агрохимического обследования под дифференцированное земледелия должно быть более детальным и, конечно же, проводиться с точной фиксацией координат маршрута составления объединенной пробы. Проведения данных работ без использования цифровых карт землепользования созданных с применением геоинформационных систем, а также проведение самого проотбора с применением точных GPS- навигаторов вряд ли представляется возможным.

Цель работы: оценить возможности использования геоинформационных систем и GPS- навигаторов для разработки схем и проведения отбора агрохимических проб на черноземных пахотных угодьях Закамья Республики Татарстан.

В качестве объектов исследования использовали 14 полей орошаемого овощного севооборота расположенного в Мензелинском районе Республики Татарстан. Общая площадь обследованных полей составляет 699,9 га. Перед разработкой схемы пробоотбора была проведена корректировка плана землепользования и границ полей, которые были определены по материалам публичной кадастровой карты РФ [4]. Корректировка карты проводилась по материалам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а так в ходе полевой рекогносцировки местности. На основе полученного материала была создана цифровая карта землепользования. Методика заключалась в сборе материалов ДЗЗ, пригодных для создания цифрового плана землепользования, создания (уточнения и корректировки) границ полей в векторном формате. Подход позволяет провести оцифровку картографических материалов с минимальной погрешностью положения участков на местности. Далее проводили сопоставление оцифрованных участков с доступными данными ДЗЗ, оценивали возможность использования расчетных индексов вегетации, морфометрических атрибутов рельефа. Также учитывались изменения в землепользовании, оценивается однородность участков относительно занимаемых культур, оценивается степень эродированности исследуемой территории. На основании предварительного анализа в дальнейшем принимается решения о корректировке границ участков. В качестве материалов ДЗЗ использовали снимки космической спутников Landsat 5-8 [5], спутников Европейского Космического агентства (спутник Sentinel) [6]. Рельеф участка оценивался на основе цифровой модели рельефа, полученной из материалов дистанционного зондирования миссии SRTM [7]. Планирование пробоотбора проводили с применением ГИС-программы QGIS.

При планировании отбора проб исходили из действующего государственного стандарта ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб», регламентирующий отбор смешанных образцов для проведения агрохимического обследования. В соответствии со стандартом в Поволжском регионе в зонах распространения средах лесных почв и черноземов выщелоченных и типичных на богарной пашне размер элементарного участка отбора смешанного образца должен составлять не более 20 га, на орошаемой пашне не более 5 га. Ранее нашими исследованиями было показано, что на неорошаемой пашне занятой зернопропашными севооборотами в черноземной зоне Республики Татарстан детализация 1 смешанный образец с пяти га, вместо двадцати га по стандарту достаточен для получения интерполированных карт, с применением метода ординарного кригинга [8]. Проведение исследований планировались с такой же детализацией, т.е. 1 смешанный агрохимический образец с 1 га пашни, вместо 5 га. Поля севооборотов были разбиты на элементарные участки отбора проб примерно квадратной формы, поскольку вытянутая форма участков создавала бы искажения при интерполяции данных. Маршруты составления объединенных проб планировались по диагонали элементарных участков с точной фиксацией координат с применением GPS-контроллера TRIMBL Juno 5D (точность геопозиционирования до 1 м), который имеет встроенный навигатор наведения на точки. Схема отбора предполагала составление смешанных проб по 706 элементарным участкам. Схема отбора смешанных образцов с координатами точек были загружены в полевые контроллеры.

Образцы составлялись из 20-40 индивидуальных проб отбираемых равномерно по маршруту. Начальная и конечная точка маршрута отбора пробы, фиксировалась в полевом контрол-

лере. В образцах, доставленных в лабораторию, де была проведена пробоподготовка к анализу в соответствии с требованиями ГОСТ 29269-91. Определение гидролизующего азота проводили по методу Корнфилда, определение pH солевой вытяжки - в соответствии с ГОСТ 26483-85, содержание подвижных форм фосфора и калия - по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91). Полученные агрохимические данные привязывались координатам центроидов элементарных участков. Поля с недостаточным количеством точек объединялись кластеры для интерполяции. В кластеры включались поля, по возможности, приуроченные к одинаковому элементу рельефа. Геостатистический анализ проводился с помощью пакета gstat программно-ориентированного языка R.

По всем четырем агрохимическим показателям на всех 14 полях были получены пространственные закономерности описываемые транзитивными вариограммами. Вариограммы позволяли с четко определить радиус автокорреляции и имели умеренную или сильную пространственную структуру, что обеспечивало создание интерполированных карт с применением ординарного кригинга.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда фундаментальных исследований (проект № 19-29-05061 мк).

Литература:

1. Якушев В.П. Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета «умное сельское хозяйство» России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2. – С. 11-15.
2. Webster, R. Sample adequately to estimate variograms of soil properties / R.Webster, M.A. Oliver // Journal of Soil Science. – 1992.-Vol. 43. - P. 177–192. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1992.tb00128.x.
3. Kerry, R. Sampling in Precision Agriculture / R.Kerry, V.A.Oliver, Z.L.Frogbrook // Geostatistical Applications for Precision Agriculture. SpringerScience+BusinessMediaB.V. - 2010. – P. 35-64.DOI: 10.1007/978-90-481-9133-8_2
4. Публичная кадастровая карта Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pk5.rosreestr.ru/#x=11554711.454933215&y=10055441.599232892&z=3>. (дата обращения: 10.12.2019)
5. Архив Геологической службы США. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. (дата обращения: 10.12.2019).
6. Проект мониторинга окружающей среды «Copernicus» Европейского Космического Агенства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.copernicus.eu/en> (дата обращения: 12.12.2019)
7. Jarvis, A. Hole-filled seamless SRTM data V4/ A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara // International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). – 2008.
8. Smirnova Elena, Giniyatullin Kamil, Sahabiev Innas, Ryzhikh Liudmila Evaluation of variability of agrochemical properties on agricultural lands in precision farming perspective technologies//INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE - AGRICULTURE AND FOOD SECURITY: TECHNOLOGY, INNOVATION, MARKETS, HUMAN RESOURCES (FIES 2019). - 2020. - Vol.17, Is. - Art. №159.