

АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КООРДИНАТНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ РАЗМЕЩЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО УЧАСТКАМ ПОЛЯ

Ю.П. Добрачев, А.В. Матвеев

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, г. Москва, Россия

Пространственная неоднородность почвенного покрова наблюдается в естественных фитоценозах, а в агроценозах ее уровень возрастает при проведении мероприятий, связанных с гидро- и культуртехнической мелиорацией земель сельскохозяйственного назначения. Эта неоднородность проявляется в различии свойств почв, в том числе агрохимических. Пестрота почвенного покрова агроценозов, в свою очередь, оказывает сильное влияние на продуктивность сельскохозяйственных угодий. Неоднородность почвенного покрова агроценозов препятствует адекватным агротехническим мероприятиям и снижает их эффективность из-за значимых различий в состоянии растений на одном поле.

Координатная мелиорация земель - один из путей устранения пространственной неоднородности почвенного плодородия. Использование современных технических средств позволяет учитывать неоднородность агрофизических и агрохимических свойств почвенного покрова, выравнивая условия произрастания растений путем внесения дифференцированных по участкам поля доз минеральных удобрений и/или мелиорантов (известь, гипс, органические удобрения, оросительная вода и др.) [1].

Принципиальное отличие этого подхода состоит в том, что каждое сельскохозяйственное поле рассматривается как неоднородное. Поле, как массив, разделяется на некоторое количество условных единиц управления - однородных участков, на каждом из которых формируется агромелиоративный режим, ориентированный на заданные показатели качества и объема с.-х. продукции. Для каждого такого участка поля создаются близкие к заданным условия роста и развития растений, отвечающие требованиям агротехники и охраны окружающей среды [2, 3].

Эффективное производство растениеводческой продукции на легких дерново-подзолистых почвах невозможно без внесения минеральных удобрений. Особенно сильное влияние на урожайность оказывают азотные удобрения, поскольку эти почвы бедны органическим веществом и при промывном режиме содержание минерального азота в них довольно низкое. При этом из-за вымочек, неравномерного содержания гумуса и гидролитической кислотности по участкам поля могут наблюдаться значительные вариации содержания доступного азота. В этой связи задача рационального распределения азотных удобрений по участкам поля является актуальной.

На примере осушаемых полей ОПХ «Полково» (Тинки-II, рис. 1) выполнены основные информационные операции координатной мелиорации земель. В процессе решения задачи дифференцированного внесения заданных

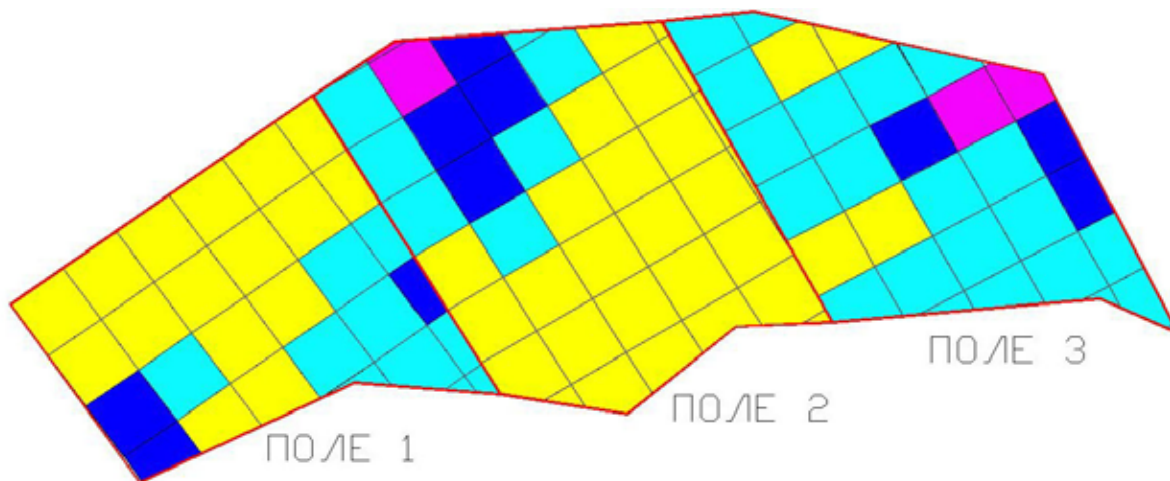
объемов азотных удобрений по участкам поля модельного объекта Тинки-II были собраны, обработаны и проанализированы аэрокосмические фотоматериалы территории, данные агрохимических анализов с картографическим отображением результатов кластерного анализа, сформированы ГИС карты и разработаны алгоритмы расчета технологических параметров отдельных операций точного (координатного) земледелия.

Для апробации элементов информационной технологии и создания интегрированной базы данных на перспективу вся территория земель сельскохозяйственного назначения, примыкающих к п. Полково, разделена в программе ESRI ArcGIS 9.2 на квадраты площадью 1 га с тем, чтобы обеспечить пространственную привязку к любому участку земель путем определения координат с помощью GPS приемников. Исходная карта аэрофотосъемки получена с помощью программы Google Earth.

Результаты выполненных ранее агрохимических анализов (по 60 точкам отбора проб) содержания аммонийного, нитратного и нитритного азота в двух слоях (0-30 и 30-60 см) почвенного покрова использовались для получения количественной оценки содержания доступного минерального азота по выделенным квадратам. Статистическая обработка исходных данных и последующая интерполяция результатов с помощью программы кластерного анализа позволили получить в плане контуры, внутри которых содержание минерального азота укладывается в относительно узкий диапазон (10-15 кг/га). В границах однородных по растительному составу и агротехнике возделывания производственных участков (полей) выполнено их разбиение на квадраты площадью 1 га таким образом, чтобы направление движения сельскохозяйственной техники и разбиение поля на полосы и квадраты совпадали (рис. 2).



Рисунок 1 - Картограмма мелиорируемых угодий «Тинки-II», совмещенная с аэрокосмическим фотоснимком. Даны координаты точек отбора образцов почвы на агрохимический анализ



Условные обозначения	Поле 1 (23 га)		Поле 2 (31,5 га)		Поле 3 (23 га)	
	Содерж. азота, кг/га	Дифф. доза, кг/га	Содерж. азота, кг/га	Дифф. доза, кг/га	Содерж. азота, кг/га	Дифф. доза, кг/га
Yellow	21-31	187	58-68	68	39-43	84
Cyan	32-46	171	66-78	51	44-51	73
Blue	47-58	160	79-88	38	52-59	63
Magenta	-	-	89-100	< 33	60-85	< 58

Рисунок 2 - Картосхема однородных по содержанию азота в слое почвы 0-60 см трех полей севооборота и дифференцированных доз внесения азотных удобрений (размер элемента 100x100 м)

По данным о суммарном содержании различных форм минерального азота в почве на единичных участках были сформированы таблицы (по идентификаторам каждого участка) для расчета дифференцированных доз внесения азотных удобрений под планируемую урожайность.

Расчет валового урожая выполнен по регрессионной модели [4, 5] для условий равномерного внесения удобрений по всему полю и для случая внесения дифференцированных доз, обеспечивающих выравнивание содержания азота в почве. Перерасчет доз азотных удобрений от суммарного NPK выполнялся с учетом принятого для почв хозяйства соотношения N:P:K = 1,5:1:2. Расчет доз удобрений под планируемую урожайность выполнялся по методике, изложенной в работах [6]. Результаты расчета показали незначительную эффективность этого мероприятия из-за исходно низкого содержания азота в почве (табл. 1). Основной причиной этого является исходно низкое плодородие и, кроме того, супесчаные почвы подвергаются промывному водному режиму, который дополняет выравнивание содержания азота в почве.

Таблица 1 - Прогнозируемая урожайность и дозы удобрений при равномерном / дифференцированном внесении азотных удобрений

№ поля	Культура	Плановая доза, кг/га	Расчетная доза, кг/га	Планируемая хоз. урожайность, т/га	Расчетная урожайность, т/га	
					Средняя	Техн. коорд. мелиорации
1	Многолетние травы	180-240	230	10	10,4	11
2	Рожь оз. (однолетние травы)	60-90	72	3,0	2,24	2,35
3	Рожь оз. (однолетние травы)	60-90	72	3,0	2,24	2,31

Проведенные сценарные исследования и анализ результатов прогноза объемов получаемой продукции различных сельскохозяйственных культур при использовании подходов точного земледелия позволили сделать следующие выводы:

1. Прирост урожая зависит от нескольких факторов:

а) от величины диапазона исходного содержания элементов минерального питания в почве;

б) от того, насколько расчетная функция близка к линейной в диапазоне значений действующего фактора (содержание минерального азота в почве с учетом внесенных удобрений), на который приходится расчет прогнозируемой урожайности;

в) от величины вносимых доз удобрений.

2. При использовании высоких доз удобрений (180-240 кг/га), в случае исходно низкого содержания азота в почве, эффект от дифференцированного внесения азотных удобрений практически отсутствует (рис. 3). При малых дозах удобрений (30-90 кг/га) только за счет одного вида удобрений (азота) валовой прирост сбора урожая может достигать 3-5%.

Прогнозируемый незначительный эффект от применения технологии координатной мелиорации в данном случае объясняется тем, что на бедных дерново-подзолистых почвах песчаного и супесчаного механического состава при промывном водном режиме исходный диапазон содержания подвижных элементов минерального питания очень узкий, поэтому дифференцированное распределение удобрений по площади малоэффективно. На суглинистых и тяжелых почвах можно ожидать более значительного эффекта.

3. Экономический эффект при внесении трех и более видов удобрений может возрасти до 10-15% как за счет повышения урожайности, так и за счет снижения объемов вносимых удобрений.

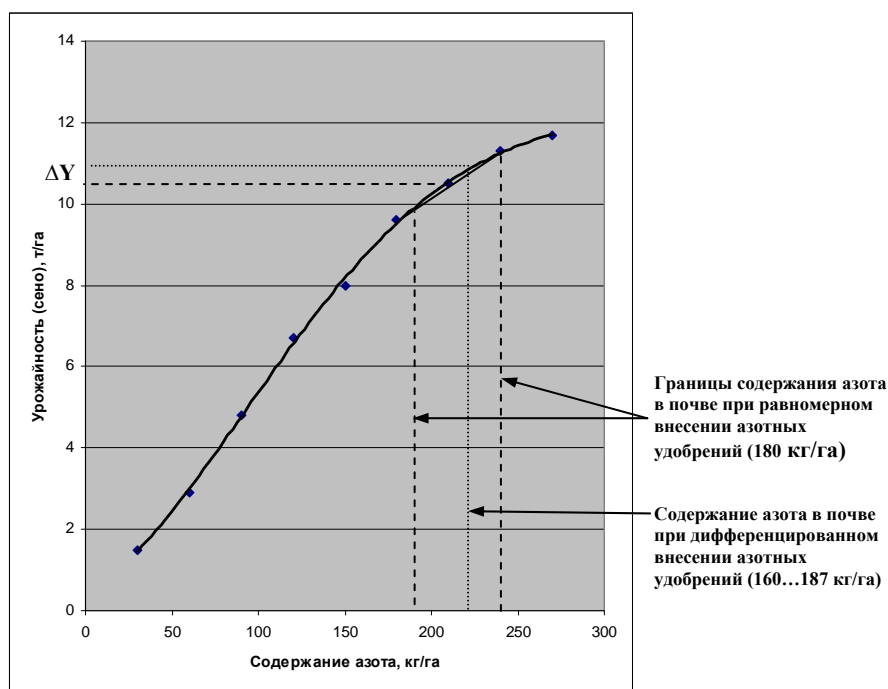


Рисунок 3 - Средний прогнозируемый прирост урожайности (ΔY) при дифференцированном внесении доз азотных удобрений

4. Применение информационных технологий позволяет достичь выравнивания содержания элементов минерального питания в почве по всему полю. Технология координатного земледелия оказывает положительное влияние на всю агротехнику возделывания сельскохозяйственных культур. Сглаженный агрохимический фон способствует формированию однородного растительного покрова, для которого более эффективно проведение агротехнических мероприятий, связанных с уходом за посевом и уборкой урожая, поскольку растения в посевах развиваются одновременно и имеют сходную продуктивность.

5. Сглаживание содержания подвижных форм элементов минерального питания в почве обеспечивает повышение эффективности использования удобрений и снижение их инфильтрационного выноса в грунтовые воды.

Предложенные алгоритмы расчета технологических параметров отдельных элементов технологии координатной мелиорации могут быть использованы при планировании размещения сельскохозяйственных культур, разработке технологий их выращивания, мониторинге почвенного плодородия, а также в целях управления сельскохозяйственным производством на территории мелиорируемых земель.

Литература

1. Д. Шпаар, П. Лайтхольд, К.-Х. Даммер, А. Файфер. Дифференцированное управление посевами с учетом гетерогенности полей в рамках PRECISION AGRICULTURE // Агротехнологии XXI века. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. – с. 6-8.
2. Белавцева Т.М. Технологии точного земледелия, их перспективы и возможности использования на мелиорированных землях. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ»,

2009. – 112 с.

3. Якушев В.П., Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Топаж А.Г. Точное земледелие: Аналит. обзор // Агрехим.вестн. 2001. № 5. с. 28-34.

4. Матвеев А.В. Статистическая модель продуктивности агроценоза для описания агроландшафтных режимов. – М. ВНИИА, 2005. – с. 324-328.

5. Добрачев Ю.П., Матвеев А.В. Аппроксимация влияния агроэкологических факторов на продуктивность агроценоза. – М.: МГУП, 2005. – с. 172-176.

6. Белова И.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: Повышение экологической устойчивости агроландшафтов комплексными мелиорациями. – М.: РАСХН, ВНИИГиМ, 2005. – 24