

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГРАММИРОВАНИЯ,
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

Хаданович Д.В.

*Костанайский государственный университет
им. А. Байтурсынова, Костанай,
e-mail: dinakhadanovich@mail.ru*

На сегодняшний день проблема интенсификации производства сельскохозяйственных культур наиболее актуальна. Возможные перспективы ее решения лежат в основе повышения эффективного плодородия почвы, разработки и внедрения инновационных приемов агротехники, рационального использования почвенно-климатических ресурсов. Это основные факторы, регулирование и оптимизация которых ведут к наиболее полному использованию генетического потенциала сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и соответственно обеспечению наиболее высокой продуктивности возделываемых земель, [1, 2].

Математическое моделирование урожайности возделываемых культур главным образом решает задачу повышения продуктивности почвы, которое достигается за счет отыскания оптимального уровня и соотношения факторов, влияющих на него. Математическая модель в конкретном случае строится на основании формализованных в виде уравнений регрессии производственных функций, которые выражают количественную связь урожая с факторами производства (технологические, агроклиматические и почвенные ресурсы). Производственные функции предназначены для установления пределов возможного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур при оптимизации данных факторов или минимизации затрат ресурсов на получение заданного урожая, [2].

Математическое моделирование урожайности сельскохозяйственных культур в условиях технологии нулевой обработки почвы. Нулевая обработка – это способ обработки почвы с минимальным разрушением структуры почвы. Производится прямой посев по пожнивным остаткам, при этом исключается механическое воздействие на почву, [3].

Факторы, влияющие на урожайность при практическом использовании данной технологии земледелия:

Среднесуточный приход общей и фотосинтетически активной радиации в течение вегетационного периода;

Среднесуточная температура воздуха в течение вегетационного периода;

Влагообеспеченность посевов;

Биоклиматический потенциал (БКП) сорта или гибрида сельскохозяйственной культуры;

Показатель структурной почвенно-корневой упорядоченности растений (густота посева);

Содержание минеральных и органических удобрений в почве;

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n X_n = \sum_i^n a_i X_i, \quad (5)$$

Как было отмечено выше, технологические факторы – управляемые факторы земледелия. В данном случае задача математического моделирования сводится к рекомендации оптимального варианта мероприятий агротехнического комплекса в конкретных климатических условиях, направленных на получение высокой урожайности возделываемых культур.

Приемы агротехники. Важно отметить, что агроклиматические и почвенные ресурсы – неуправляемые факторы, распределение которых носит случайный характер, в отличие от технологических операций – управляемых факторов земледелия. При одном и том же воздействии управляемых факторов могут быть получены различные результаты урожайности культуры в зависимости от состояния неуправляемых климатических факторов [2].

Количественное описание факторов системы земледелия «почва – климат – урожай» позволяет устанавливать некоторые закономерности:

Приход ФАР → урожай биомассы.

Урожай формируется в процессе фотосинтеза в результате использования энергии солнечной радиации:

$$Y_{\text{биол}} = \frac{Q_A}{100q}, \text{ или } Q_A = Y_{\text{биол}} 100q, \quad (1)$$

где $Y_{\text{биол}}$ – количество абсолютно сухой биомассы; Q_A – аккумулятивное ФАР за вегетационный период; q – калорийность урожая.

Таким образом, зависимость прихода ФАР и урожай биомассы выражается линейной функцией:

$$Y = a_0 + ax, \quad (2)$$

a_0 – урожайность при нулевом значении x ; x – изучаемый фактор; a – статистический коэффициент, [1, 2].

Влагообеспеченность → урожай.

$$Y_{\text{дву}} = \frac{100W}{K_b} K_m, \quad (3)$$

$Y_{\text{дву}}$ – действительно возможный урожай; W – количество продуктивной для растений влаги, определяется по данным выпадаемых в течение года осадков; K_b – коэффициент водопотребления; K_m – коэффициент хозяйственной эффективности или доля основной продукции в общей биомассе.

K_b, K_m – величины постоянные, поэтому зависимость урожайности культуры и влагообеспеченности посевов можно также выразить линейно.

Технология нулевой обработки почвы подразумевает сохранение пожнивных остатков предшествующей культуры для повышения влагоемкости почвы, [1].

БКП → урожай.

$$Y_{\text{дву}} = a + b\text{БКП}, \quad (4)$$

a и b – статистические параметры, характеризующие уровни плодородия почвы и влагообеспеченности растений влагой соответственно. Зависимость выражается линейно, [1].

Таким образом, взаимосвязь между урожаем культуры и почвенно-климатическими показателями выражается линейной зависимостью [1]:

Основные технологические операции данной системы земледелия:

1. Уборка. Формирование слоя из пожнивных остатков.

Основные критерии: 1) высота среза (10–20 см) с учетом культур и сроков посева последующих культур; 2) оптимальная величина измельчения нетовар-

ной доли урожая (менее 5 см); 3) равномерное распределение по полю.

2. Посев.

Подготовка посевной площади осуществляется путем выравнивания поверхности почвы. Производится прямой посев по пожнивным остаткам. Вместе с семенами вносятся стартовые гранулированные минеральные удобрения.

1. Защита.

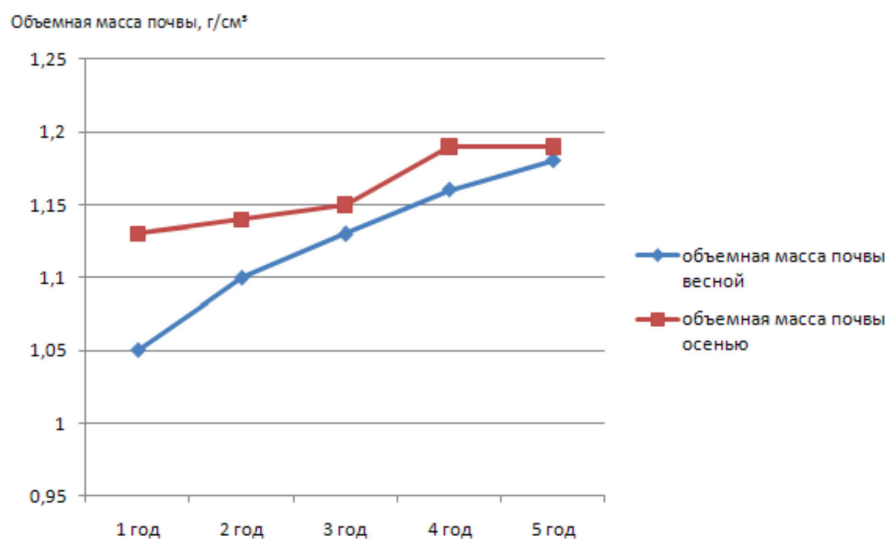
Обработка сельскохозяйственных культур рабочим раствором от болезней, вредителей и сорняков, максимально покрывающим листовую поверхность растений.

При нулевой обработке почвы необходимо учитывать особенности и свойства почвы, а именно, устойчивость ее к уплотнению, [3].

Нулевая технология исключает механическое воздействие на почву. В тоже время в агрономии научно-

обоснованный факт, что рыхление земли улучшает физическую структуру пахотного горизонта почвы (20-40 см), необходимую для роста и питания растений. Обработываемый механическими орудиями слой земли улучшает ее влагопроницаемость и влагоемкость – почвенные показатели, влияющие на урожайность культур. Исключение данной технологией процесса вспашки и культивации посевных площадей приводит к постепенному самоуплотнению почвы, в результате чего под пахотным горизонтом может образоваться уплотненная прослойка – плужная подошва.

Исследования особенностей роста и развития высеваемых культур по нулевой технологии, проводимые на Уральской сельскохозяйственной опытной станции, выявили динамику уплотнения почвы в течение 5 лет применения данной технологии земледелия [4].



Динамика объемной массы (г/см³) пахотного горизонта почвы в весенний и осенний периоды в течение 5 лет

Таким образом, можно говорить о проблемной ситуации в сельскохозяйственном производстве, сложившейся в результате внедрения данной технологии. С одной стороны, технология нулевой обработки почвы подразумевает минимизацию приемов агротехники для увеличения урожайности культур и повышения рентабельности сельского хозяйства, с другой стороны, исключение глубокой обработки почвы ведет к ее постепенному самоуплотнению, что в результате оказывает негативное влияние на продуктивность возделываемых земель. Задача математического моделирования в данном случае сводится к оптимизации технологических и почвенных факторов, лимитирующих урожай. Поиск оптимального уровня и соотношения факторов данной системы земледелия путем построения математической моде-

ли является предметом дальнейших наших исследований.

Системный подход в совокупности с математическим анализом на современном этапе развития агрономии позволяет сделать процесс окультуривания почвы управляемым, прогнозируемым и экономически-эффективным. Применение электронно-вычислительной техники, информационных технологий позволяет программировать урожайность сельскохозяйственных культур, [1, 2].

Список литературы

1. Каюмов М.К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур. – М.: Во «Агропромиздат», 1989.
2. Образцов А.С. Системный метод: применение в земледелии – М.: Во «Агропромиздат», 1990.
3. <http://eurotechnika.ru/content/technology>.
4. Чекалин С.Г., Иманбаева Г.К. Особенности новых технологий возделывания яровых культур по пласту многолетних.