

УДК 631.1:517.977.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛЬЮ НА ЗЕМЛЯХ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

Седукова Г.В., к.с.-х.н., Исаченко С.А.

РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель, Беларусь

Для успешной реализации научно обоснованных схем размещения экономически целесообразных видов производства сельскохозяйственной продукции, формирования целевых региональных систем земледелия, обеспечивающих снижение уровня удельных затрат на производство продукции и повышение экономической отдачи земли, внедрения интенсивных систем кормопроизводства, обеспечивающих получение сбалансированных по элементам питания кормов, реализации ресурсосберегающих технологических процессов в земледелии и животноводстве на основе использования новейших технических средств, обеспечения строгого исполнения технологических регламентов производства продукции растениеводства необходимо чёткое планирование производства и рациональное использование земли. При этом необходимым условием должно стать применение адаптивного подхода, обеспечивающего максимальную окупаемость продукцией вложенных затрат.

Показатели результативности сельского хозяйства зависят от множества факторов, находящихся в сложной сети взаимодействий. Для их системного учёта и оперативного выполнения большого объёма взаимозависимых расчётов при планировании производства целесообразно использовать оптимизационные модели.

Объединив накопленный опыт и результаты научно-исследовательских разработок за период, прошедший после катастрофы на Чернобыльской АЭС, основные агрономические, агрохимические знания и нормативные требования и показатели, а также приёмы и алгоритмы расчётов, используемые в растениеводческой отрасли, основываясь на общих принципах оптимизации, в РНИУП «Институт радиологии» разработано программное обеспечение (ПО) AgroOptimization.

Для обеспечения наибольшей результативности в ПО AgroOptimization при разработке структуры посевных площадей (товарной продукции растениеводства и кормовой базы) учитываются почвенно-климатические и экологические условия хозяйствования. При таком методологическом подходе через структуру посевных площадей и кормовой базы структура животноводства и растениеводства приводится в соответствие с природными условиями, и определяются объёмы производства товарной продукции.

ПО AgroOptimization включает в себя 3 блока:

– *исходная информация*, на основании которой выполняется оценка земельных ресурсов по типу почв, направлению их использования, агрохимическим показателям, плотности загрязнения радионуклидами в разрезе элементарных участков;

– *прогнозы*, где представлена информация по прогнозному уровню продуктивности культур и загрязнению производимой продукции радионуклидами;

– *оптимизация*, где выполняется планирование удельного веса культур в структуре посевов и их размещение по элементарным участкам с целью получения максимального урожая с минимальным накоплением радионуклидов.

*Исходная информация* представляется в виде тематических карт, то есть отображается карта сельскохозяйственного предприятия с соответствующей раскраской элементарных участков по выбранному критерию. Такое визуальное представление информации позволяет наглядно оценить пространственное расположение угодий в структуре землепользования всей организации, типовую принадлежность земель в це-

лом по хозяйству и основные агрохимические показатели почв (содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменная кислотность).

Одним из факторов, ограничивающим производство экологически безопасной продукции, является плотность загрязнения почв радионуклидами. Поэтому в ПО AgroOptimization предусмотрена возможность комплексной оценки земель по данному показателю на основании картограмм загрязнения почв сельскохозяйственной организации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

На основе исходной информации выполняется *прогноз* продуктивности культур и удельной активности радионуклидов в получаемой продукции на каждом элементарном участке (среднее значение и интервал вариабельности от минимального до максимального).

Для визуализации расчётных показателей информация представляется в виде соответствующих тематических карт (рисунок 1).

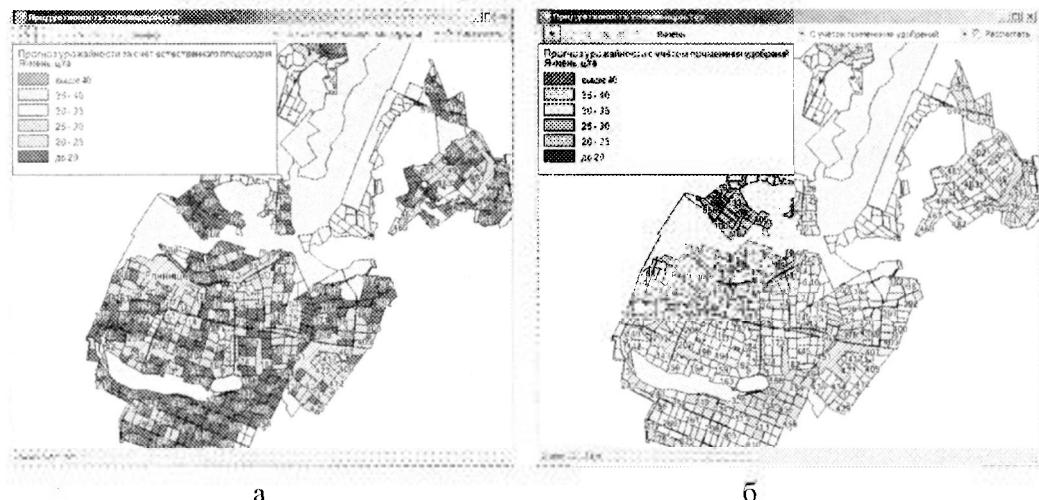


Рисунок 1 – Прогноз урожайности ячменя за счёт естественного плодородия (а) и с учётом внесения рекомендуемых доз удобрений (б)

Наличие данной информации, позволяет выполнять планирование объёмов производства продукции, оценивать целесообразность выращивания той или иной культуры и выбрать направление её использования.

Кроме этого в блоке *прогнозы* реализована возможность выполнения долгосрочного прогноза удельной активности радионуклидов в продукции всех запланированных для возделывания культур и определения количества лет, после которых гарантировано получение продукции с содержанием радионуклидов ниже заданного уровня на всех элементарных участках (рисунок 2).

Для *оптимизации* сельскохозяйственного производства выполняется планирование удельного веса культур в структуре посевов. При этом рассчитывается площадь посева культур и их распределение по элементарным (рабочим) участкам в соответствии с планируемой пользователем структурой посевов. Культуры оптимально распределяются по элементарным участкам с учётом их требований к типу почвы, агрохимическим показателям, почвенному плодородию для получения максимального урожая и минимальным содержанием радионуклидов. Информация визуализируется на тематической карте распределения культур по участкам (рисунок 3).

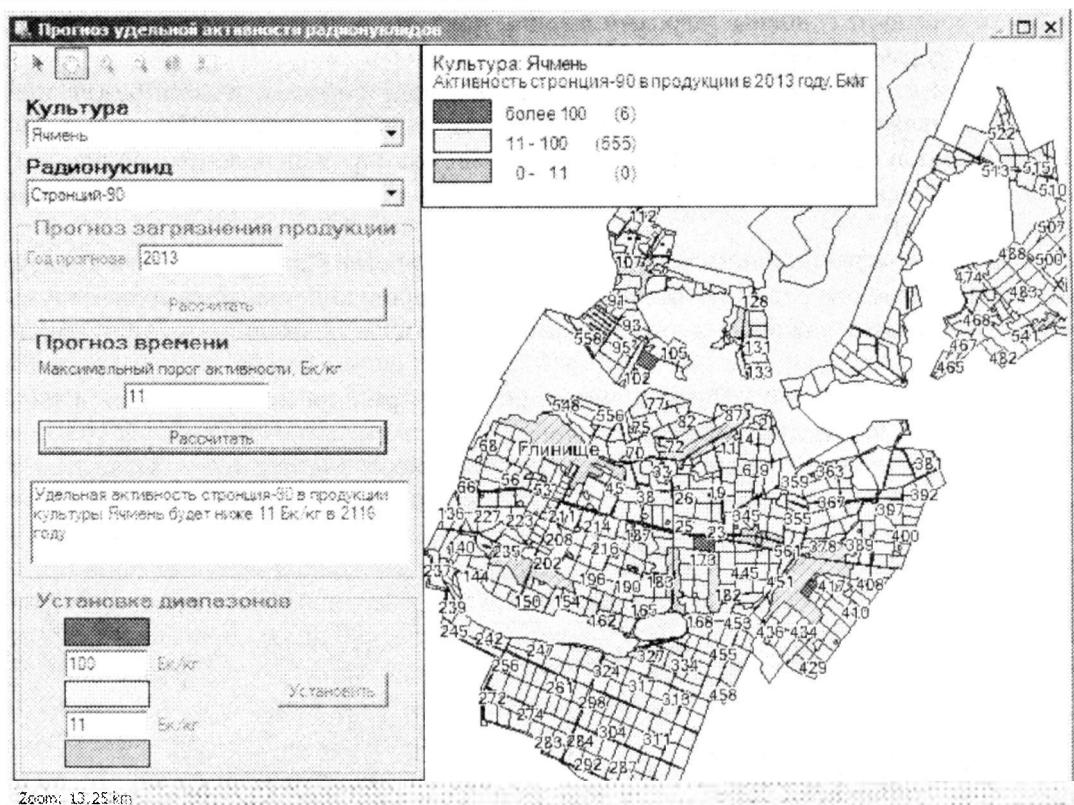


Рисунок 2 – Долгосрочный прогноз удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в зерне ячменя

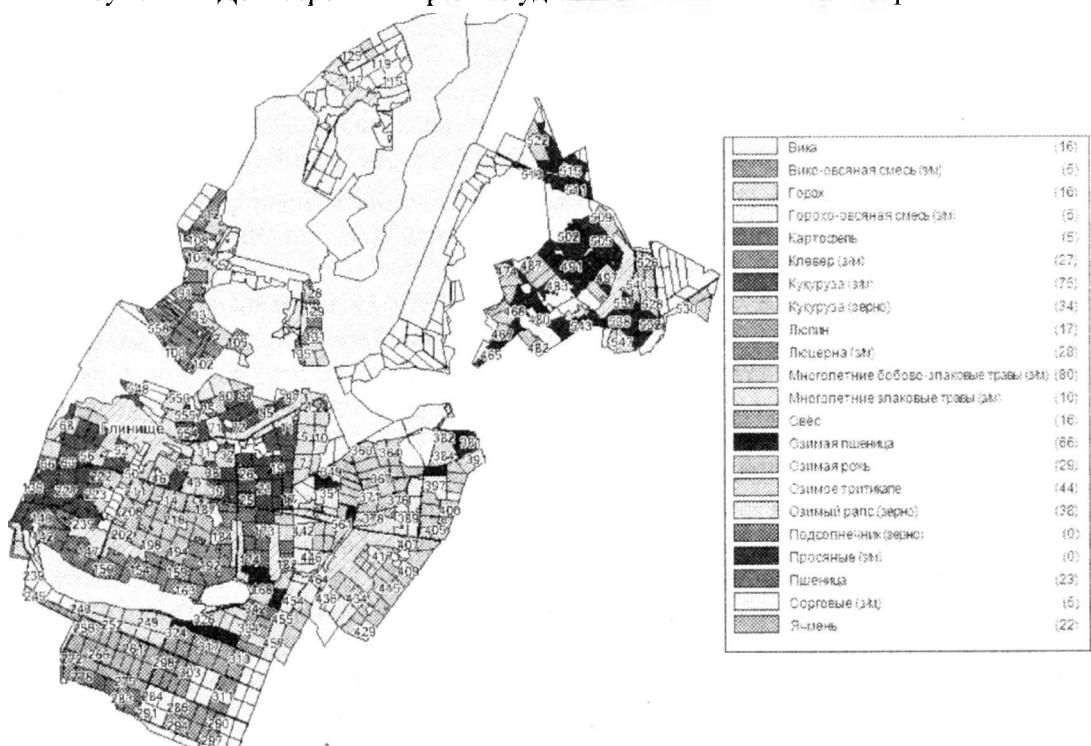


Рисунок 3 – Пример распределения культур по элементарным (рабочим) участкам

При этом рассчитывается валовое производство всех видов продукции, в весовых и кормовых единицах и производство кормовых единиц с 1 балло-гектара пашни, а также удельная активность радионуклидов в продукции при данном размещении культур (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивность сельскохозяйственных культур и качество получаемой продукции

Культура	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, т	Сбор кормовых единиц, ц к.ед.	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Удельная активность $^{90}\text{Sr}$ , Бк/кг
Сорговые на з/м	48,9	167,3	818,3	1554,7	4 (3,3-4,9)	45,6 (27,7-89,5)
Картофель	51	225,2	1148,8	3446,3	17,1 (11,5-23,4)	4,1 (2-7,3)
Горохово-овсяная смесь	53,9	162,5	876	1401,6	31,9 (24,4-37,7)	66,5 (45,6-118,4)
Вико-овсяная смесь	55,5	165,8	920,2	1656,4	19,4 (7,2-29,8)	83,7 (47,1-163,8)
Многолетние злаковые травы	102,7	241,9	2484,5	6211,3	14,1 (7,2-23,3)	91,1 (40-168,7)
Люпин	158,2	18,5	292,5	3217,8	116,2 (90,4-157,8)	111,6 (79,8-184,3)
Овёс	160,5	30,4	488,7	4887,1	6,9 (3,3-13,9)	28,4 (12,4-45,1)
Горох	161,6	18,9	304,8	3596,5	49,7 (15,5-107,4)	45,3 (23,1-72,9)
Вика	165,8	14,4	238,6	2624,5	40,4 (21,3-75,1)	66,9 (0-144,3)
Пшеница	215,4	28,4	612,7	7842,5	2,1 (0,9-6,7)	29,3 (19,6-44,8)
Ячмень	218,7	30	655,5	7538,4	4,7 (2,5-8,4)	44,8 (28,4-71,7)
Люцерна на з/м	272,7	240,5	6557,7	14426,9	1,6 (0-11,8)	26,2 (0-168,4)
Озимая рожь	274,5	35,8	981,5	11287,1	3,2 (1,8-5,8)	16,3 (10,1-36,5)
Клевер на з/м	275	225,1	6189,2	12378,4	7,7 (5-11)	86,4 (36,7-163,1)
Кукуруза на зерно	324,4	45,7	1482,1	20008,6	3,9 (1,6-7,7)	12,6 (6-26,6)
Озимый рапс	377,6	16	603,4	8267	17,5 (7,8-62,3)	93,9 (25,5-238,3)
Озимое тритикале	432,5	48,7	2106,6	28017,1	1,7 (0,5-4)	28,3 (11,4-48,8)
Озимая пшеница	597,7	47,9	2864,3	36663,2	2 (0,8-5,4)	27,1 (13,3-79,9)
Многолетние бобово-злаковые травы	702,4	230,1	16165,6	33947,8	10,4 (4,4-27,1)	125 (33,7-222,9)
Кукуруза на з/м	754,5	485,1	36603	76866,3	7,1 (1,8-54,8)	35,4 (10,4-103,9)

ПО AgroOptimization является инструментарием для оперативной оценки деятельности растениеводческой отрасли с учётом имеющегося ресурсного потенциала, определения перспективных направлений специализации и проведению научно-обоснованной оптимизации посевов для увеличения объёмов производства и повышения эффективности деятельности предприятия. Результаты могут также рассматриваться, как методические указания, способствующие широкому внедрению методов оптимизации в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь, расположенных на загрязнённых радионуклидами территориях, а так же концептуальной основой последующих теоретических и прикладных исследований проблем принятия решений в условиях риска с целью повышения эффективности сельского хозяйства.