

## К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ УРОЖАЯ ОТ ПРИРОДНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

(На примере Амурской области)

---

А. А. ЕФИМОВ  
И. П. ЗИСМАН  
М. Г. ЛАВРИНЕНКО  
В. З. МЕЖАКОВ  
И. Г. ШТАРБЕРГ

Наиболее ответственная и сложная часть текущего и перспективного планирования сельскохозяйственного производства — планирование урожайности. Для подавляющего большинства хозяйств величина урожайности определяет экономическую базу их развития. Сложность задачи в том, что урожайность — функция многих факторов, переменных по величинам, связям и влияниям.

Решая эту задачу, хозяйства, а также районные и областные плановые организации до сих пор руководствуются лишь сложившимся традиционным методом. Он сводится, в основном, к тому, что выявляется фактически достигнутый за предшествующие 3—5 лет средний уровень урожайности и определяются (преимущественно интуитивно) возможные прибавки за счет внесения удобрений, частичного изменения агротехники той или иной культуры.

Между тем, такой подход не может быть оправдан даже при определении урожайности на один год, не говоря уже о перспективном планировании. Уровень урожайности — не результат простого сложения отдельных факторов, а производная комплекса, в котором каждый фактор различным образом воздействует на уровень урожая, в зависимости от их сочетания и условий проявления. Прибавку от определенного мероприятия можно учитывать лишь в том случае, когда рекомендация сопровождается детальной расшифровкой всех условий опыта (обычно известных, как «прочие равные») и условия планируемого периода оказываются идентичными с ними. Комплекс мероприятий дает комплексную, а не суммарную прибавку.

Кроме того, природные условия объекта планирования могут при перспективном прогнозировании существенно отклоняться по отдельным параметрам от условий, наблюдавшихся в опыте. Однако мы пока имеем слишком мало сведений о степени влияния этих отклонений как на уровень базисного урожая, так и на величину прибавки от того или иного мероприятия.

Амурская лаборатория организации и планирования сельскохозяйственного производства ДВФ СО АН СССР поставила перед собой задачу: в пределах современных научных возможностей разработать для

---

Научный руководитель — канд. экон. наук И. Г. Штарберг.

условий Амурской области методику перспективного планирования урожайности основных культур, которая позволила бы с определенной степенью вероятности прогнозировать уровень урожайности, исходя из ожидаемых климатических условий и намечаемых агротехнических и организационно-экономических мероприятий. Мы отдаем себе отчет как в сложности поставленного вопроса и в дискуссионном характере многих выдвигаемых положений, которые еще недостаточно обоснованы, так и в том, что при любом методе планирования фактические величины урожаев будут отличаться от прогнозируемых еще в течение длительного времени.

Настоящая статья является попыткой подойти к методике планирования урожайности с позиций изучения ее зависимости от определяющих факторов и применения математических методов.

Проблема прогнозирования урожая, по нашему мнению, заключается в следующем: а) определение и соответствующая классификация природных, агротехнических, организационных и экономических факторов, влияющих на урожай; б) расчет функциональной зависимости урожая от каждого фактора и их комплекса; в) расчет влияния параметров факторов на урожай определенных культур; г) прогноз на планируемый период динамики параметров факторов, определяющих урожай; д) построение модели прогноза урожаев на основании прогноза параметров на перспективу; е) экономико-математический анализ модели и результатов прогноза урожая. За основу для прогнозирования урожайности в последующие годы принимаются базисные урожаи, способ определения которых изложен ниже.

Общезвестное разделение факторов, определяющих урожай, на почвенно-климатические, агротехнические и экономические группы является достаточно обоснованным. Рассмотрим некоторые группы факторов, с тем чтобы выделить из них главные, по нашему мнению, и учесть степень их влияния на формирование урожая.

### Природные факторы

Почвенным фактором мы называем потенциальную возможность данного типа почвы при определенных погодных условиях и агротехнике производить урожай некоторой величины. Эта возможность выражается в плодородии почвы. Естественное плодородие почв зависит от их генезиса. Для Амурской области разработана генетическая классификация почв, отражающая их плодородные качества.

Характер распространения различных типов и разностей почв обуславливает пестроту плодородия в границах административных районов области. Это в известной мере усложняет выявление совокупных потенциальных возможностей сельскохозяйственных угодий каждого района в отдельности. Однако если допустить, что одни и те же культуры, возделываемые на однотипных почвах в разных географических зонах области, дают при прочих равных условиях одинаковую урожайность, то, зная потенциальные возможности каждого из типов почв и структуру их состава, можно определить средневзвешенную урожайность культур по каждому хозяйству, району и по области в целом.

Таким образом, чтобы выяснить вопрос о зависимости урожая от естественного плодородия почв, необходимо: а) выявить потенциальные возможности типов почв по видам культур в разрезе районов, хозяйств и их подразделений; б) определить структурный состав типов почв в заданной перспективе.

Совместно с работниками отдела землеустройства Амурского об-

ластного управления сельского хозяйства М. Хаймовичем и Н. Щербининым мы определили перспективную трансформацию земель по каждому району с учетом плана освоения новых земель. Это позволило более рационально планировать использование земельных фондов и внести соответствующие изменения в структуру как сельскохозяйственных угодий, так и посевных площадей.

Пользуясь данными Амурской экспедиции «Росгипрозем» и БСХИ по почвенному обследованию, мы определили структурный состав почв в каждом районе на начало периода исследований (1967 г.) и в перспективе до 1975 г.

В табл. 1 приведены перспективные удельные веса площадей каждого типа почв по районам, зонам и области.

Таблица 1

Структура пашни по типам почв

| Районы и зоны        | Пашня на 1/1-67 г. (тыс. га) | Удельный вес типов почв в пашне (в %): |            |              |                |           |
|----------------------|------------------------------|--|------------|--------------|----------------|-----------|
|                      |                              | луг. черноземовид.                     | луг. бурые | бурые лесные | луг. глееватые | пойменные |
| <b>I зона:</b>       |                              |  |            |              |                |           |
| Архаринский          | 95,3                         | 21,3                                   | 18,9       | 18,7         | 21,5           | 19,6      |
| Белогорский          | 135,8                        | 38,2                                   | 7,2        | 6,4          | 43,3           | 5         |
| Ивановский           | 145,9                        | 64,9                                   | 5,8        | 8,9          | 17,7           | 4,1       |
| Константиновский     | 98,9                         | 62,4                                   | 6,3        | 8,9          | 16,2           | 6,2       |
| Михайловский         | 170,1                        | 52,1                                   | 1,4        | 9,3          | 30,9           | 6,3       |
| Тамбовский           | 146,9                        | 81                                     | 1,4        | 3,1          | 10,8           | 3,8       |
| В среднем            | 792,9                        | 54,7                                   | 5,9        | 8,6          | 24             | 6,8       |
| <b>II зона:</b>      |                              |  |            |              |                |           |
| Благовещенский       | 70,4                         | 18                                     | 3,7        | 46,7         | 20,4           | 11,2      |
| Бурейский            | 76,4                         | 42,8                                   | 12,1       | 26,8         | 10,2           | 8,1       |
| Завитинский          | 90,8                         | —                                      | 8,9        | 52,3         | 38,8           | —         |
| Октябрьский          | 193,4                        | 16,9                                   | 0,8        | 24,7         | 57,6           | —         |
| Ромненский           | 127,9                        | 14,3                                   | 2,4        | 25,3         | 57,9           | 0,1       |
| Свободненский        | 115,4                        | —                                      | 8,9        | 66,6         | 11,9           | 12,6      |
| Серьшевский          | 175,1                        | 9,3                                    | 13,8       | 27,5         | 44,2           | 5,2       |
| В среднем            | 848,4                        | 13,2                                   | 6,9        | 36,1         | 39,4           | 4,4       |
| <b>III зона:</b>     |                              |  |            |              |                |           |
| Зейский              | 286                          | —                                      | 9,8        | 8,7          | —              | 81,5      |
| Мазановский          | 113,2                        | —                                      | 5,2        | 16,2         | 61,4           | 17,2      |
| Тыгдинский           | 10,7                         | —                                      | —          | 18,3         | 29,1           | 52,6      |
| Шимановский          | 59,9                         | —                                      | 19,7       | 50,2         | 20             | 10,1      |
| В среднем            | 212,4                        | —                                      | 9,7        | 24,8         | 39,8           | 25,7      |
| В среднем по области | 1853,7                       | 29,5                                   | 6,8        | 23           | 32,8           | 7,9       |

Более плодородные луговые черноземовидные почвы сосредоточены преимущественно в южной части Зейско-Бурейской равнины (I зона). Здесь они занимают 54,7% всей пашни, в целом же по области — 546 тыс. гектаров (29,5% пашни). Большой удельный вес имеют бурые лесные почвы (23% пашни), которые по плодородию незначительно уступают луговым черноземовидным, а при внесении удобрений дают высокие прибавки урожая. Эти почвы больше всего распространены во II (центральной) зоне — 36,1% пашни. Сравнительно низким плодородием обладают луговые бурые почвы (6,8% пашни области) и луговые глееватые (32,8%), распространенные во всех районах.

Столь разнообразная пестрота типов почв в каждом районе, их разное соотношение в площади пашни создают неодинаковый уровень естественного плодородия как по районам, так и по хозяйствам. Сле-

довательно, эти условия по-разному влияют на уровень урожайности возделываемых культур.

Анализируя материалы опытов, проведенных БСХИ, Амурской опытной станцией и Белогорской агрохимлабораторией, а также данные хозяйств, мы дифференцировали урожайность основных сельскохозяйственных культур по типам почв с учетом их естественного плодородия, без влияния дополнительных факторов (удобрений, известкования, мелiorации и т. д.), то есть на контрольных вариантах опытов (табл. 2).

Таблица 2

Уровень урожайности ( $Y_i$ ) культур (ц/га) по типам почв

| Типы почв                | Пшеница | Соя | Картофель | Кукуруза | Овощи |
|--------------------------|---------|-----|-----------|----------|-------|
| Луговые черноземовидные: |         |     |           |          |       |
| мощные                   | 12      | 11  | —         | 200      | 60    |
| среднемощные             | 10      | 9   | —         | 150      | 40    |
| маломощные               | 8       | 7   | —         | —        | —     |
| Бурые лесные             | 9       | 7   | 45        | 120      | —     |
| Луговые бурые            | 6       | 4,5 | —         | —        | —     |
| Луговые глееватые        | 6,5     | 4,5 | —         | —        | 40    |
| Пойменные                | 9       | 7,5 | 40        | 100      | —     |

Данные табл. 2 приняты в качестве базисной урожайности и служат контролем при исследовании влияния других факторов на уровень урожайности. Они свидетельствуют о том, что луговые черноземовидные мощные и среднемощные почвы наиболее, а луговые бурые и луговые глееватые — наименее плодородны.

Таким образом, учет качественного состава почв по типам, выявление их продуктивности и удельного веса в пашне необходимы для планирования урожайности сельскохозяйственных культур по районам, а в районах — по хозяйствам.

Для расчета средневзвешенной (по типам почв) урожайности каждой культуры нами применена следующая формула:

$$Y_{\text{ср}} = \frac{\sum Y_i d_i}{100}, \quad (1)$$

где:

$Y_{\text{ср}}$  — средневзвешенная урожайность культуры;

$Y_i$  — урожайность ( $i$  — той) культуры на почве данного типа;

$d_i$  — структурный показатель данного типа почвы (удельный вес в общей площади пашни).

Подставив в формулу (1) значение ее составляющих, взятых из табл. 1 и 2, и произведя соответствующие расчеты, мы определили средневзвешенную урожайность всех возделываемых культур по каждому району в зависимости от типов почв. Результаты приведены в табл. 3. Эти данные показывают, что среднетиповая урожайность пшеницы в Архаринском районе составляет 7,7 ц/га, а в Константиновском — 9,2 ц/га (разница 1,5 ц/га). По сое соответственно — 6 и 7,9 ц/га (разница 1,9 ц/га).

Этот пример подтверждает, что в основе текущего и перспективного планирования урожайности сельскохозяйственных культур необходимо анализировать качественный состав почвы, а также удельный вес типов почв в пашне или других сельскохозяйственных угодьях.

Урожайность сельскохозяйственных культур (в ц/га; I — потенциальная по

| Районы и зоны        | Пшеница |     | Ячмень |      | Овес |      |
|----------------------|---------|-----|--------|------|------|------|
|                      | I       | II  | I      | II   | I    | II   |
| <b>I зона:</b>       |         |     |        |      |      |      |
| Архаринский          | 7,7     | 7,7 | 8,8    | 8,8  | 8,8  | 8,8  |
| Белогорский          | 8,2     | 8   | 9,4    | 8,9  | 9,3  | 8,9  |
| Ивановский           | 9,4     | 9,3 | 10,5   | 10,4 | 10,2 | 10,1 |
| Константиновский     | 9,2     | 8,9 | 10,3   | 10   | 10   | 9,7  |
| Михайловский         | 9,1     | 9   | 10,2   | 9,9  | 9,9  | 9,7  |
| Тамбовский           | 10,2    | 9,6 | 11     | 10,7 | 10,9 | 10,7 |
| В среднем            | 9,0     |     | 10,1   |      | 9,9  |      |
| <b>II зона:</b>      |         |     |        |      |      |      |
| Благовещенский       | 8,2     | 8,1 | 9,3    | 9,3  | 9,3  | 9,3  |
| Бурейский            | 8,2     | 8   | 9,2    | 8,9  | 9,2  | 8,9  |
| Завитинский          | 7,7     | 7,2 | 8,9    | 8,4  | 8,9  | 8,4  |
| Октябрьский          | 7,4     | 6,9 | 8,7    | 8,2  | 8,7  | 7,7  |
| Ромненский           | 7,3     | 7   | 8,6    | 8,2  | 8,6  | 7,8  |
| Свободненский        | 8,4     | 8,4 | 9,5    | 9,5  | 9,4  | 9,4  |
| Серьшевский          | 7,4     | 7,4 | 8,6    | 8,6  | 8,6  | 8,6  |
| В среднем            | 7,7     |     | 8,9    |      | 8,9  |      |
| <b>III зона:</b>     |         |     |        |      |      |      |
| Зейский              | 8,6     | 7,7 | 9,7    | 8,6  | 9,7  | 8,6  |
| Мазановский          | 7,3     | 7,3 | 8,6    | 8,6  | 8,5  | 8,6  |
| Тыгдинский           | 8,3     | 7   | 9,4    | 8,1  | 9,4  | 8,1  |
| Шимановский          | 7,9     | 7   | 9      | 8    | 9    | 8    |
| В среднем            | 7,7     |     | 8,9    |      | 8,9  |      |
| В среднем по области | 8,3     | 8,1 | 9,4    | 9,3  | 9,3  | 9,1  |

Климатические факторы, Главные из них — сумма и характер распределения осадков по периодам сезона, температурный режим в сопоставлении с оптимальными для роста и развития растений метеорологическими условиями. Разнообразие климатических условий в разных районах и зонах области влияет не только на размещение культур, но и на уровень урожайности.

Для определения климатических факторов в каждом районе и их влияния на урожай возделываемых культур мы использовали материалы метеорологической службы области и литературные источники. В основу расчетов положены нормативные показатели потребности основных культур в суммах активных температур, то есть положительных температур за вегетационный период — свыше  $+10^{\circ}\text{C}$  (Д. И. Шашко «Агроклиматическое районирование СССР», М., 1967), которые откорректированы нами с учетом условий Амурской области. Эти приводимые ниже нормативы (в градусах) могут быть использованы в хозяйствах и районах области для определения границ размещения культур, сортов и уровней урожайности:

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Пшеница (Лют. 62 и амурские сорта) | 1500—1550 |
| Ячмень:                            |           |
| Винер                              | 1400—1450 |
| Заларинец                          | 1300—1350 |
| Овес:                              |           |
| Победа                             | 1500—1550 |
| Лоховский                          | 1400—1450 |

Таблица 3

типам почв, II — с поправкой на климат)

| Гречица | Соя |     | Картофель |      | Овощи | Кукуруза (зел. мас.) |       |
|---------|-----|-----|-----------|------|-------|----------------------|-------|
|         | I   | II  | I         | II   |       | I                    | II    |
| 4,2     | 6   | 6   | 42,4      | 46,2 | 40    | 95,6                 | 101,3 |
| 4       | 6,6 | 6,6 | 42,8      | 49,3 | 43    | 114                  | 122   |
| 4,2     | 8,1 | 8,1 | 43,4      | 46,8 | 47,3  | 136                  | 144,2 |
| 4,1     | 7,9 | 7,9 | 43        | 43,8 | 54,6  | 134                  | 143,4 |
| 4,1     | 7,6 | 7,6 | 43        | 43,8 | 48,5  | 118                  | 124   |
| 4,2     | 9,1 | 9,1 | 42,2      | 45   | 49,7  | 175,5                | 177,2 |
| 4,1     | 7,7 |     | 42,8      |      | 47    | 130,7                |       |
| 4,1     | 6,4 | 6,4 | 44        | 42   | 40    | 104,5                | 110,7 |
| 4,1     | 6,7 | 6,2 | 43,7      | 49,3 | 40    | 112,3                | 119   |
| 4       | 5,8 | 5,4 | 45        | 51   | 40    | 101                  | 109   |
| 4       | 5,6 | 5,2 | 45        | 53,4 | 40    | 96,3                 | 107,8 |
| 4       | 5,5 | 5,1 | 45        | 53,4 | 40    | 93,1                 | 103,3 |
| 4,1     | 6,5 | 5,6 | 44,2      | 49,3 | 40    | 109,1                | 112,4 |
| 4,2     | 5,5 | 5,2 | 44,1      | 49,8 | 40    | 94                   | 104,3 |
| 4       | 5,9 |     | 44,4      |      | 40    | 98,8                 |       |
| 4,8     | 7,1 | 4,7 | 41        | 60   | 40    | 100                  | 107   |
| 4,2     | 5,4 | 4,3 | 42,4      | 53,4 | 40    | 90                   | 94,5  |
| 4,5     | 6,5 | 4,6 | 41        | 58,8 | 40    | 98                   | 103   |
| 4,1     | 6   | 5,2 | 44,1      | 56,4 | 40    | 102,1                | 109,2 |
| 4,2     | 5,9 |     | 42,4      |      | 40    | 95                   |       |
| 4,1     | 6,6 | 6,3 | 43,7      | 50,4 | 43,9  | 112                  | 118,7 |

## Картофель:

Прикульский ранний  
Детскосельский1400  
1600

## Кукуруза:

## Средне-ранняя

до молочно-восковой спел.  
до выметывания метелки2000—2250  
1300—1550Средне-спелая (Бук. 2, Бук. 3, ВИР 25  
Успех и др.)до молочно-восковой спел.  
до выметывания метелки2100—2350  
1400—1650Средне-поздняя (ВИР 50, Стерлинг, Краснодар-  
ский и др.)до молочно-восковой спел.  
до выметывания метелки2200—2450  
1500—1750

## Соя:

Средне-ранняя (Хаб. 4)  
Средне-спелая (Сал. 216, Ам. 41, Ам. 310)

1800—2200

Эти данные выражают потребность растений в тепле, необходимом для их нормального роста и развития. Суммы положительных температур учтены: для зерновых — за апрель — июль (4 мес.); для сои, кукурузы и картофеля — за май — сентябрь (5 мес.).

Анализ нормативов потребности различных растений в суммах активных температур за вегетационный период, а также показателей фактических сумм температур, зафиксированных амурскими метеостанция-

ми, показывает, что средние ресурсы тепла, которыми располагают сельскохозяйственные районы области, вполне обеспечивают потребности районированных зерновых и некоторых других культур (табл. 4).

Таблица 4

Климатические параметры культур, возделываемых в Амурской области  
(в среднем за 1965—1967 гг.)

| Культуры       | Мес. вегетации | Сумма активных температур (град.): |         |           |
|----------------|----------------|------------------------------------|---------|-----------|
|                |                | миним.                             | максим. | оптим.    |
| Зерновые       | IV—VII         | 1409                               | 1612    | 1450—1650 |
| Соя и кукуруза | V—IX           | 1853                               | 2428    | 2200—2600 |
| Картофель      | V—IX           | 1853                               | 2428    | 1600      |

В то же время теплообеспеченность сои и кукурузы в ряде районов недостаточна. По данным ДВНИГМИ, установлена прямая связь между теплообеспеченностью вегетационного периода сои и ее созреванием («Использование метеорологических и агрометеорологических данных в сельскохозяйственном производстве Амурской области», Благовещенск, 1967), что видно из приведенных ниже показателей:

| % теплообеспеч.<br>созрев. сои | Откл. сумм акт. t°<br>от ср. многол. | % теплообеспеч.<br>созрев. сои | Откл. сумм акт. t°<br>от ср. многол. |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 100                            | -400                                 | 60                             | - 50                                 |
| 95                             | -300                                 | 50                             | 0                                    |
| 90                             | -220                                 | 40                             | + 50                                 |
| 80                             | -150                                 | 30                             | + 90                                 |
| 70                             | -100                                 | 20                             | +150                                 |

Для максимальной урожайности среднеспелой сои необходимо, чтобы сумма активных температур за вегетационный период (май — сентябрь) составляла 2500—2600° тепла. При 2200° урожайность снижается на 25%, при 1800° — на 50%. Мы определили процент вызреваемости сортов, районированных в Амурской области (Салют 216 и Амурская 41) по районам, и ввели поправочный коэффициент уровня урожайности для каждого района (табл. 5).

При определении поправочного коэффициента для сои районы с отклонениями сумм активных температур от средних многолетних за период вегетации сои более 120° отнесены условно к единице, а остальные расположены в пропорциональной зависимости от величины отклонения. К примеру, если уровень урожайности сои в Ивановском районе при отклонении сумм активных температур на 121° (при вызреваемости 7—8 лет из 10) принять за 1, то в Зейском районе он составит 0,67, в Тыгдинском — 0,73, в Мазановском — 0,80 и т. д.

Картофель реагирует на температурные условия обратно сое: с повышением температуры по сравнению с оптимальной (1600° за вегетационный период) урожай снижается при 1900—2000° — на 10—15%, более 2000° — на 20% и более (Д. И. Шашко, 1967).

В связи с этим и установлен поправочный коэффициент при определении уровня урожайности картофеля (табл. 5). За 1 (100%) приняты условия Зейского района, где средняя многолетняя сумма активных температур за май — сентябрь составляет 1780°. Полученные поправочные коэффициенты учтены при определении планового уров-

Таблица 5

Поправочные коэффициенты на теплообеспеченность за вегетационный период при определении уровня урожайности сои и картофеля

| Районы               | С о я             |               |       |                   |                     | Попр. коэф. к урож. картофеля |
|----------------------|-------------------|---------------|-------|-------------------|---------------------|-------------------------------|
|                      | треб. к суммам t° | многолетние:  |       |                   |                     |                               |
|                      |                   | суммы акт. t° | откл. | вызреваемость (%) | попр. коэф. к урож. |                               |
| Архаринский          | 2120              | 2245          | -125  | 75                | 1                   | 0,77                          |
| Белогорский          | 2120              | 2242          | -122  | 75                | 1                   | 0,82                          |
| Ивановский           | 2095              | 2216          | -121  | 75                | 1                   | 0,78                          |
| Константиновский     | 2140              | 2273          | -133  | 75                | 1                   | 0,73                          |
| Михайловский         | 2140              | 2227          | - 87  | 70                | 0,93                | 0,73                          |
| Тамбовский           | 2070              | 2190          | -120  | 75                | 1                   | 0,75                          |
| Благовещенский       | 2190              | 2322          | -132  | 75                | 1                   | 0,69                          |
| Бурейский            | 2070              | 2162          | - 92  | 70                | 0,93                | 0,82                          |
| Завитинский          | 2063              | 2155          | - 92  | 70                | 0,93                | 0,85                          |
| Октябрьский          | 1940              | 2030          | - 90  | 70                | 0,93                | 0,89                          |
| Ромненский           | 1941              | 2031          | - 90  | 70                | 0,93                | 0,89                          |
| Свободненский        | 1978              | 2054          | - 76  | 65                | 0,87                | 0,85                          |
| Серьшевский          | 2047              | 2146          | - 99  | 70                | 0,93                | 0,83                          |
| Зейский              | 1780              | 1780          | 0     | 50                | 0,67                | 1                             |
| Мазановский          | 2020              | 2067          | - 47  | 60                | 0,80                | 0,89                          |
| Тыгдинский           | 1870              | 1905          | - 35  | 55                | 0,73                | 0,98                          |
| Шимановский          | 1857              | 1932          | - 75  | 65                | 0,87                | 0,94                          |
| В среднем по области |                   |               |       |                   | 0,95                | 0,84                          |

Примечание. При определении поправочного коэффициента для картофеля оптимальная сумма температур принята на уровне средней многолетней в Зейском районе (1780°); уровень средней многолетней урожайности при этих условиях принят за единицу.

ня урожайности картофеля по районам области на перспективу.

Разница в уровне урожайности других культур (зерновых, некоторых кормовых, овощных, бахчевых и др.) в большинстве районов определяется разницей общей совокупности факторов влаго- и теплообеспеченности за сезон. О их влиянии говорится ниже.

Основной показатель, определяющий влияние климата на урожайность зерновых, кукурузы и ряда других культур — коэффициент биологической продуктивности климата, который определяется по формуле:

$$K_p = I_d \frac{Md \times 10}{M_{dm}} \quad (2)$$

где:

$K_p$  — коэффициент биологической продуктивности климата;

$Md$  — показатель атмосферного увлажнения;

$M_{dm}$  — оптимальное значение коэффициента увлажнения для данной культуры.

Показатель атмосферного увлажнения ( $Md$ ) равен отношению суммы осадков к дефициту влажности воздуха за вегетационный пе-

риод культуры (В. А. Смирнова. Труды Всесоюзного научно-метсорологического совещания, т. 8, Л., Гидрометеониздат, 1963 г. и Д. И. Шашко, 1967) то есть:

$$Md = \frac{\Sigma P}{D}, \quad (3)$$

где:

$\Sigma P$  — сумма осадков в мм,

$D$  — дефицит влажности воздуха в мб.

Преимущество показателя дефицита влажности воздуха объясняется тем, что с ним теснее, чем с другими метеорологическими факторами, связано количество транспирации, а следовательно и величина урожая. Определяется дефицит влажности воздуха по температуре и влажности воздуха.

Чтобы определить оптимальное влияние фактора увлажнения на урожайность сельскохозяйственных культур, мы рассчитали значение фактического показателя увлажнения  $id$  по формуле (3) для всех основных культур. Этот показатель отражает теплые периоды в среднем за 10 последних лет (1958—1967; для зерновых — за апрель — июль, для сои и кукурузы — за апрель — сентябрь). Данные по районам сведены в табл. 6.

Таблица 6

Влагообеспеченность основных культур  
(в среднем за 1958—1967 гг.)

| Культуры       | Мес. вегет. | Коэффициент увлажнения: |         |           |
|----------------|-------------|-------------------------|---------|-----------|
|                |             | миним.                  | максим. | оптим.    |
| Зерновые       | IV—VII      | 0,18                    | 0,60    | 0,36—0,40 |
| Соя и кукуруза | IV—IX       | 0,38                    | 0,68    | 0,35—0,45 |
| Картофель      | IV—IX       | 0,38                    | 0,38    | 0,35—0,45 |

В среднем по области показатель увлажнения  $Md$  составит: для зерновых 0,40, для сои — 0,50.

Учитывая, что многолетняя урожайность на госсортоучастках получена на фоне относительно одинаковой агротехники и, в известной мере, отражает рассмотренные нами типы почв, мы использовали их показатели, а также данные урожайности всех районов за 10 лет для установления связи с климатическими факторами.

Анализируя значение коэффициента увлажнения  $Md$  за 10 лет по всем районам и госсортоучасткам области, а также уровень фактически достигнутой за эти годы урожайности, мы зафиксировали так называемый оптимальный коэффициент увлажнения  $Mdm$  по наивысшей урожайности культур, который и является критерием увлажнения и теплообеспеченности для ряда культур.

Сравнение показателей среднего многолетнего фактического  $Md$  и оптимального  $Mdm$  коэффициентов увлажнения (табл. 6 и 7) показывает, что в большинстве районов области зерновые не обеспечены оптимальным увлажнением и степень их обеспеченности неодинакова. Следовательно, этот показатель может стать основным критерием, определяющим влияние климата на уровень урожайности зерновых, а также ряда других культур.

Что же касается сои, то анализ показателей увлажнения  $Md$  за тот же период дает основание заключить, что сумма осадков, выпадающих во всех районах области, в основном обеспечивает потребность

этой культуры и поправку на влагу вводить не следует; это подтверждается данными табл. 6. Правда, в отдельные годы, особенно в критические периоды развития растений, ощущается недостаток влаги, резко снижающий урожай.

Высчитав коэффициенты увлажнения  $M_d$  и  $M_{dm}$ , подставив их в формулу (2) и прологарифмировав ее, мы получим коэффициент биологической продуктивности климата, который является поправкой к урожайности на климатические условия. Значения коэффициента биологической продуктивности климата приведены в табл. 7.

Таблица 7

Коэффициент биологической продуктивности климата ( $K_p$ )

| Районы               | Зерновые: |          |       | С. о я: |          |
|----------------------|-----------|----------|-------|---------|----------|
|                      | $M_d$     | $M_{dm}$ | $K_p$ | $M_d$   | $M_{dm}$ |
| Архаринский          | 0,48      | 0,48     | 1,00  | 0,58    | 0,50     |
| Белогорский          | 0,36      | 0,40     | 0,95  | 0,47    | 0,40     |
| Ивановский           | 0,35      | 0,36     | 0,98  | 0,46    | 0,40     |
| Константиновский     | 0,37      | 0,40     | 0,96  | 0,47    | 0,40     |
| Михайловский         | 0,43      | 0,40     | 1,03  | 0,56    | 0,50     |
| Тамбовский           | 0,36      | 0,40     | 0,98  | 0,46    | 0,45     |
| Благовещенский       | 0,37      | 0,36     | 1,01  | 0,46    | 0,40     |
| Бурейский            | 0,47      | 0,50     | 0,97  | 0,58    | 0,50     |
| Завитинский          | 0,39      | 0,45     | 0,94  | 0,55    | 0,45     |
| Октябрьский          | 0,40      | 0,46     | 0,94  | 0,53    | 0,40     |
| Ромненский           | 0,41      | 0,45     | 0,95  | 0,52    | 0,40     |
| Свободненский        | 0,40      | 0,40     | 1,00  | 0,54    | 0,50     |
| Серышевский          | 0,38      | 0,38     | 1,00  | 0,51    | 0,40     |
| Зейский              | 0,39      | 0,50     | 0,89  | 0,47    | 0,40     |
| Мазановский          | 0,45      | 0,45     | 1,00  | 0,57    | 0,50     |
| Тыгдинский           | 0,37      | 0,40     | 0,96  | 0,43    | 0,40     |
| Шимановский          | 0,42      | 0,40     | 1,02  | 0,53    | 0,45     |
| В среднем по области | 0,40      | 0,42     | 0,98  | 0,50    | 0,43     |

В наших расчетах оптимальный  $K_p$  (когда коэффициенты увлажнения  $M_d$  и  $M_{dm}$  в одном и том же районе совпадают) принят за 1 (100%), а поскольку отклонения от оптимального значения в ту или иную сторону для зерновых отрицательны, на эту разницу отклонения в % по районам снижается уровень урожайности.

Следует отметить, что  $K_p$  по районам области для зерновых варьирует незначительно. Значит, климатические условия для зерновых в большинстве районов почти одинаковы. Для кукурузы (на зеленую массу) оптимум нарастает от 1 в большую сторону, то есть уровень урожайности кукурузы при повышении значения  $K_p$  над оптимальным в большую сторону возрастает. При этом  $K_p$  как для зерновых, так и кукурузы для каждого района специфичен.

Для прогнозирования урожайности на перспективу вполне обоснованным является фактический коэффициент  $M_d$  увлажнения, рассчитанный как средневзвешенный показатель за последние 10 лет (1958—1967). Значение  $M_d$  нами использовано при расчетах уровня урожайности на 1975 г.

Анализ первой группы факторов (природных) в формировании урожая показывает, что основные из них — состав и типы почв, влаго- и теплообеспеченность — преимущественно и определяют продуктивность земли, то есть естественное плодородие почвы. Следовательно, лишь при условии комплексного сочетания оптимальных качественных

значений названных факторов в каждом конкретном случае продуктивность земли возрастает. Закономерно и то, что различным видам и сортам сельскохозяйственных культур свойственны различные сочетания качественных значений. Это даёт возможность наиболее полно использовать природные ресурсы в конкретных условиях путем районирования соответствующих сортов.

В Зейском районе, например, при наличии сравнительно плодородных пойменных почв (80% пашни) и достаточного количества осадков (450—500 мм) за вегетационный период сои, ее среднеспелые сорта (Салют 216, Амурская 41 и др.) дают очень низкие урожаи, а в отдельные годы совсем не вызревают. Это объясняется тем, что в условиях короткого вегетационного периода нет необходимого комплексного сочетания качественных значений природных факторов таких сортов. Следовательно, географические условия района более пригодны для возделывания таких сортов сои, как Хабаровская 4, Северная-4 и Северная-5, требующих меньших значений активных температур.

Результаты анализа совокупного влияния природных факторов на урожайность с учетом особенностей каждого района представлены в табл. 3. Этот уровень урожайности нами принят за среднюю фактическую продуктивность 1 га посевной площади пшеницы, ячменя, сои, картофеля и других культур.

Необходимо отметить также ряд допущений, которые были приняты в основном априорно и могут в определенной мере существенно скорректировать предлагаемые рекомендации.

Во-первых, представленные данные о продуктивности различных типов почв по районам предполагают, что однотипные почвы в любом районе обладают одинаковой продуктивностью. В действительности же это возможно лишь при одинаковых во всех районах прочих условиях (климатических, агротехнических и экономических). Более правильно было бы базисную урожайность культур (табл. 2) дать в районном разрезе по контролю в производственных опытах, без сведения к однотипной рекомендации. Такое допущение вызвано недостатком экспериментальных данных.

Во-вторых, урожайность культур — в основном функция комплекса почвенно-климатических факторов, а связи между урожайностью и этими факторами, как правило, не могут быть линейными. Мы же ориентируемся на имеющиеся опытные данные, подразумевая связи линейными до точки опыта. Это допущение наиболее существенно.

Часть этих и других недостатков мы попытались преодолеть при дальнейших исследованиях, о чем речь пойдет ниже. Здесь же необходимо отметить, что группа природных факторов позволяет определить лишь средний потенциальный уровень возможной продуктивности возделываемых культур, абстрагируясь от влияния агротехнических и экономических факторов. Таким образом, уровень урожайности, полученный с учетом влияния природных факторов, по существу является только базой для прогнозирования урожайности на перспективу. Чтобы более полно определить рост урожайности, необходимо учитывать влияние агротехнических и экономических факторов.

### Агротехнические и экономические факторы

Кроме собственно технологических операций при возделывании той или иной культуры по районам области, к этим факторам относятся: внесение органических и минеральных удобрений, известкование почвы, мелиорация и ирригация земель, улучшение сортовых качеств возделываемых культур.

ваемых культур, организация труда, материальное стимулирование и др. Под влиянием этих факторов создается экономическое плодородие почвы и, в конечном итоге, они играют решающую роль в повышении урожайности.

Учитывая, что уровень расчетной урожайности определен с учетом природных факторов, а возделываемые культуры сравнительно полно используют имеющиеся природные ресурсы в каждом районе, учет влияния экономических и агротехнических факторов позволяет определить максимальную прибавку урожая с единицы посевной площади.

С этой целью мы изучали материалы многочисленных опытов, проведенных научными учреждениями области, а также достижения передовых хозяйств. Для некоторых факторов найдена степень их участия в создании дополнительного урожая на разных типах почв и в различных климатических условиях. Проследим это влияние конкретно.

**Минеральные удобрения.** Опыты по использованию минеральных удобрений на разных типах почв и под разные культуры были проведены Амурской опытной станцией (1955—1963 гг.), Амурской и Белогорской агрохимлабораториями (1965—1967 гг.), БСХИ (1965—1967 гг.) и др. Сотрудники этих учреждений (под руководством В. Т. Куркаева, Г. В. Голова, Д. А. Курдина и Н. М. Завальнюка) в течение ряда лет испытывали влияние удобрений в различных почвенно-климатических условиях области.

Пользуясь данными этих учреждений, полученными на различных типах почв, мы определили влияние и среднюю за ряд лет эффективность разных видов удобрений (азотных, фосфорных и калийных) на урожайность зерновых, сои, кукурузы и других культур, определили необходимую дозу отдельных удобрений для максимальной прибавки урожая каждой из культур по типам почв, установили необходимое количество минеральных удобрений на перспективу и рассчитали прибавку урожая по каждому району с учетом отзывчивости почв на удобрения.

Дозы удобрения (в кг действующего начала вещества на 1 га) по их видам на каждом типе почв и по культурам приведены в табл. 8.

Эти данные свидетельствуют о том, что на всех типах почв возделываемые культуры нуждаются в больших дозах удобрений.

Прибавка урожая (в расчете на 1 га) каждой культуры в зависимости от дозы вносимых удобрений на каждом типе почвы показана в табл. 9.

Анализ использования минеральных удобрений показывает, что в ряде районов и хозяйств области вносились несколько завышенные их нормы, а хороших результатов не получено. В Серышевском районе (1967 г.) под картофель вносили 5,12 ц/га минеральных удобрений, а урожай составил только 40 ц/га, в Ромненском районе соответственно — 2,98 и 26 ц/га, а в Зейском районе, при меньших дозах удобрений (1,56 ц/га), урожай составил 79 ц/га. В 1967 г. в среднем по области внесли сравнительно много минеральных удобрений (2,43 ц/га под картофель и 2,18 ц под овощи), а урожай был низким — 41 и 47 ц/га.

Следовательно, урожайность зависит не только от количества удобрений, но и от рационального их использования — сочетания видов и доз, времени внесения с учетом типов почв, биологических особенностей и фаз развития растений и др. Поэтому планировать потребности районов и хозяйств в удобрениях (по видам) необходимо, учитывая типы почв и структуру посевных площадей.

Исходя из принятой нами методики расчетов, потребности хозяйств области в минеральных удобрениях на перспективу (1975 г.) составят (в тыс. тонн): азотных — 75, фосфорных — 90 и калийных — 30; то есть

Расчетная доза внесения минеральных удобрений с учетом типов почв

| Удобр.                                      | Пшен. | Ячмень | Овес | Греч. | Соя | Карт. | Овощи | Кукур. | Однол. травы |
|---|-------|--------|------|-------|-----|-------|-------|--------|--------------|
| <b>Луговые черноземовидные мощные</b>       |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 45     | 45   | —     | —   | —     | 45    | 60     | 60           |
| P   | 30    | 60     | 60   | —     | 60  | —     | 60    | 90     | 30           |
| K   | 30    | 30     | 30   | —     | —   | —     | 45    | 45     | —            |
| <b>Луговые черноземовидные среднемошнне</b> |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 45     | 45   | —     | 15  | —     | 60    | 90     | 60           |
| P   | 30    | 60     | 60   | —     | 60  | —     | 60    | 90     | 30           |
| K   | 30    | 30     | 30   | —     | —   | —     | 45    | 45     | —            |
| <b>Луговые черноземовидные маломощные</b>   |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 45     | 45   | —     | 30  | —     | —     | —      | 60           |
| P   | 30    | 60     | 60   | —     | 60  | —     | —     | —      | 30           |
| K   | 30    | 30     | 30   | —     | —   | —     | —     | —      | —            |
| <b>Бурые лесные</b>                         |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 60     | 60   | 15    | 30  | —     | —     | 90     | 60           |
| P   | 60    | 60     | 60   | 60    | 60  | 90    | —     | 90     | 30           |
| K   | 60    | 45     | 45   | 45    | —   | 60    | —     | 45     | —            |
| <b>Луговые бурые</b>                        |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 60     | 45   | 30    | 30  | —     | —     | —      | 60           |
| P   | 60    | 60     | 60   | 90    | 60  | —     | —     | —      | 30           |
| K   | —     | 45     | 30   | 60    | —   | —     | —     | —      | —            |
| <b>Луговые глееватые</b>                    |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 60    | 60     | 60   | 30    | 30  | —     | 60    | —      | 60           |
| P   | 60    | 60     | 60   | 60    | 60  | —     | 60    | —      | 30           |
| K   | —     | 45     | 30   | 45    | —   | —     | 45    | —      | —            |
| <b>Пойменные</b>                            |       |        |      |       |     |       |       |        |              |
| N   | 45    | 45     | 45   | 45    | 30  | 60    | —     | 90     | 60           |
| P   | 60    | 60     | 60   | 60    | 60  | 90    | —     | 90     | 30           |
| K   | 60    | 45     | 45   | 45    | —   | 60    | —     | 60     | —            |

несколько больше (особенно азотных), чем предусмотрено контрольными цифрами развития сельского хозяйства области на предстоящее пятилетие. Затраты на приобретение и внесение такого количества удобрений составят примерно 46 млн. рублей в год (24 руб. на 1 га пашни). При рациональном использовании этих удобрений прибавка урожая на 1 га посева даст дополнительной прибыли (в пересчете на закупочные цены): зерновых — 44, овощей — 45 руб. и т. д. Затраты на удобрения окупятся в два и более раза за один год.

**Известкование кислых почв.** Анализ, проведенный агрохимическими лабораториями, БСХИ, Амурской опытной станцией и другими учреждениями

Прибавка урожая (в ц/га) сельскохозяйственных культур от внесения минеральных

| Типы почв                | Пшеница |     | Ячмень |    | Овес |    |
|--------------------------|---------|-----|--------|----|------|----|
|                          | I       | II  | I      | II | I    | II |
| Луговые черноземовидные: |         |     |        |    |      |    |
| мощные                   | 12      | 4   | 13     | 6  | 12   | 6  |
| среднемошнне             | 10      | 5   | 11     | 6  | 11   | 5  |
| маломощные               | 8       | 5   | 9      | 6  | 9    | 5  |
| Бурые лесные             | 9       | 6,5 | 10     | 7  | 10   | 6  |
| Луговые бурые            | 6       | 4   | 7      | 5  | 7    | 4  |
| Луговые глееватые        | 6,5     | 4   | 8      | 5  | 8    | 4  |
| Пойменные                | 9       | 6   | 10     | 7  | 10   | 5  |

области, показывает, что в области — около 300 тыс. гектаров очень кислых почв. Это отрицательно сказывается на урожайности ряда культур, особенно кукурузы, сои и ячменя. Особенно велики площади таких почв в Белогорском (37%), Ромненском (23%), Завитинском (22%), Мазановском (18%), Октябрьском (16%) и Серышевском (10%) районах.

Небольшой опыт, накопленный хозяйствами области по нейтрализации кислых почв путем известкования, показывает эффективность таких мероприятий. При внесении 3 т извести на 1 га прибавка урожая зерновых составила 2,5—3 ц/га, сои 1,5—2 ц/га при прочих равных условиях. Действие извести проявляется 3—5 лет.

Повышение породных и сортовых качеств семян, как показали опыты, также значительно увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур. По данным госсортоучастков области (1961—1967 гг.) и Амурской опытной станции, прибавка урожая при посеве семенами первой репродукции и 1 класса семенного стандарта зерновых культур и сои составляет (в сравнении с семенами массовых репродукций) минимум 10—15%. Что же касается картофеля, то здесь прибавка еще большая (20—30%).

Освоение новых земель. За пятилетку (1971—1975 гг.) в области намечается освоить под пашню 193 тыс. гектаров новых земель. В большинстве районов — это земли низкопродуктивные, малоудобные. Тем не менее, их освоение экономически оправдано. Анализ урожайности за последние три года (1965—1967) по районам показывает, что освоенные земли дают урожай на 10—15% выше старопахотных на протяжении 2—3 лет после начала эксплуатации. При планировании урожайности и объемов производства продукции растениеводства этот резерв необходимо учитывать, особенно в районах, где в 1971—1975 гг. намечается освоить большие площади (в Архаринском — 35,1 тыс. га, в Шимановском — 26,7, в Благовещенском — 16,5 тыс. га).

Анализ использования целинных и залежных земель в хозяйствах области показывает, что даже при фактической средней урожайности, достигнутой в 1965—1967 гг., на вновь освоенных землях за пятилетку можно дополнительно получить более 1 млн. центнеров зерна и 500 тыс. центнеров сои, а также 300 тыс. центнеров кормовых единиц за счет посева кормовых культур. Это даст хозяйствам области около 25 млн. рублей дохода (по 120 руб. с 1 га). Затраты на освоение 1 га новых земель составляют в среднем: на осушение — 259 руб., на культуртехнику — 183 руб., а на всю площадь (около 200 тыс. га) — 40 млн. 200 тыс. рублей. Следовательно, затраты окупятся всего за два года.

Таблица 9

ных удобрений на различных типах почв (I — контроль, II — прибавка)

| Гречиха |     | С о я |     | Картофель |    | Овощи |    | Кукуруза |     |
|---------|-----|-------|-----|-----------|----|-------|----|----------|-----|
| I       | II  | I     | II  | I         | II | I     | II | I        | II  |
| —       | —   | 11    | 1   | —         | —  | 60    | 70 | 200      | 150 |
| —       | —   | 9     | 2   | —         | —  | 40    | 75 | 150      | 150 |
| —       | —   | 7     | 2   | —         | —  | —     | —  | —        | —   |
| 4       | 2,8 | 7     | 3,6 | 45        | 70 | —     | —  | 120      | 150 |
| 4       | 2,5 | 4,5   | 2   | —         | —  | —     | —  | —        | —   |
| 4       | 2,5 | 4,5   | 3   | —         | —  | 40    | 75 | —        | —   |
| 5       | 2,7 | 7,5   | 3,5 | 40        | 80 | —     | —  | 100      | 200 |

Остальные факторы (технологические процессы, механизация и электрификация производства и др.) при определении уровня плановой урожайности по районам нами не учитывались, ввиду предполагаемой равнозначности совершенствования агротехнических приемов и темпов роста энерговооруженности труда и производства для всех районов на перспективу.

Таким образом, в результате анализа материалов большой статистической совокупности и экспериментальных данных, нами предложена классификация факторов, определяющих величину урожайности и влияние основных из этих факторов на уровень урожайности.

Предложенная методика использована нами для планирования проектной урожайности сельскохозяйственных культур по районам области на 1975 г. Результаты расчетов приведены в табл. 10.

Приведенная проектная урожайность не превышает уровня, достигнутого госсортоучастками в среднем за три года (1965—1967):

|               | Мазан. | Архар. | Белог. | Тамб. | Октябр. | Свободн. | Зейск. |
|---------------|--------|--------|--------|-------|---------|----------|--------|
| Пшеница:      |        |        |        |       |         |          |        |
| Амурская 71   | 18,6   | 14,2   | 19,5   | 18,1  | 13,2    | 25,7     | 16     |
| Амурская 75   | 17,2   | 13,9   | 18,8   | —     | —       | 23,4     | 19     |
| Амурская 74   | 19     | 13,5   | 19     | 17,5  | 14      | —        | 17     |
| Ячмень Винер  | 25,1   | —      | 28,1   | 28    | 24,6    | 36,5     | 24,7   |
| Овес:         |        |        |        |       |         |          |        |
| Победа        | 35,6   | 24,5   | —      | 29,7  | —       | 27       | 17,7   |
| Лоховский     | 31,3   | 23,9   | —      | 32,6  | —       | 27,3     | 17,8   |
| Соя:          |        |        |        |       |         |          |        |
| Хабаровская 4 | 12,2   | —      | 14,6   | 13,6  | 12,6    | 14,4     | 8,7    |
| Салют 216     | 13,6   | 15,1   | 15,3   | 14,2  | 12,9    | 15,2     | —      |

Эти показатели, в основном отражающие климатические условия различных районов, свидетельствуют о больших возможностях роста урожайности. Поэтому в практике планирования, как правило, такой прием применяют для сравнения при прогнозировании урожайности.

Ранее мы уже отмечали два основных допущения в планировании урожайности, теперь приведем остальные, которые практиками обычно учитываются интуитивно.

**Проектная урожайность культур в среднем по Амурской области на 1975 г. с вес**

| Факторы                                     | Пшеница |      | Ячмень |      | Овес |      |
|---|---------|------|--------|------|------|------|
|   | I       | II   | I      | II   | I    | II   |
| Типы почв и климат                          | 8,1     | 55,8 | 9,3    | 54,7 | 9,1  | 58,3 |
| Внесение удобрений:                         |         |      |        |      |      |      |
| минеральных                                 | 4,8     | 33,1 | 5,8    | 34,1 | 4,8  | 30,8 |
| органических                                | —       | —    | —      | —    | —    | —    |
| Известкование почв                          | 02      | 1,37 | 027    | 1,58 | 026  | 1,60 |
| Освоение новых земель                       | 006     | 041  | 007    | 041  | 005  | 032  |
| Улучшение породных и сортовых качеств семян | 1,34    | 9,2  | 1,54   | 9    | 1,4  | 0,9  |
| Итого                                       | 14,5    | 100  | 17     | 100  | 15,6 | 100  |

Примечание: известкование планируется провести на 165 тыс. га. тони, минеральных удобрений — на всей площади посева всех культур (до

Все рекомендации по применению удобрений или по какому-либо агротехническому приему основываются на серии опытов, которые сравниваются с контролем (возделывание той же культуры без применения данного приема). Таким образом получают эффективность применения этого приема «при прочих равных условиях», выраженную в прибавке к уровню урожая. Однако такая прибавка достигается при определенном сочетании этих «прочих» условий, которые, как правило, в конкретных показателях всех факторов в рекомендациях не учитываются. Маловероятно, что в планируемом году (любой перспективы) сложится такое же (или достаточно близкое к нему) сочетание этих факторов. Следовательно, бесполезно прогнозировать урожай с такой прибавкой, не зная прогноза почвенно-климатических и иных условий на ту же перспективу и не сравнивая их с условиями опыта. В этом трудно убедиться, если проанализировать ежегодные отклонения фактических урожаев от запланированных.

Урожайность, прогнозируемая методом простого суммирования прибавок от вероятной, может отклоняться в сторону завышения и занижения. Завышение грозит установлением нереального плана государственных закупок, а занижение — потерями продукции, трудностями сбыта и др. Поэтому смысл прогнозирования — в большей точности, вероятности предсказанной урожайности.

Если принять условия опыта оптимальными, а урожай — экстремальным, то всякое отклонение условий от опытных приведет к занижению уровня урожайности. Чтобы этого не произошло, необходима информация об опытах с изменением «прочих» параметров от оптимальных, а также установление оптимальных границ каждого параметра.

Печатных работ об определении оптимальных режимов возделывания различных культур много, но недостаточно исследований, где анализируется реакция растений на отклонения этих факторов от оптимальных в комплексном их взаимодействии.

Нам представляется необходимым провести работы в такой очередности: а) определение оптимальных границ всех параметров, влияющих на уровень максимальной урожайности культур в каждом районе; б) выявление реакций растений на колебания этих параметров от оптимальных значений; в) прогнозирование величины параметров на перс-

Таблица 10

учетом влияния основных факторов (I — урожайность в ц/га, II — удельный в %)

| Гречиха |      | С о я |       | Картофель |      | Овоцы |      | Кукуруза |      |
|---------|------|-------|-------|-----------|------|-------|------|----------|------|
| I       | II   | I     | II    | I         | II   | I     | II   | I        | II   |
| 4.1     | 53.9 | 6.3   | 64.85 | 50.4      | 36.7 | 43.9  | 30.9 | 118.7    | 409  |
| 2.6     | 34.6 | 2.6   | 26.8  | 30        | 21.9 | 74.5  | 52.4 | 87       | 30   |
| —       | —    | —     | —     | 34        | 24.8 | 23.6  | 15.6 | 80       | 27.6 |
| 018     | 2.36 | 013   | 1.34  | —         | —    | —     | —    | 4.3      | 1.48 |
| 002     | 026  | 005   | 051   | —         | —    | —     | —    | —        | —    |
| 069     | 9.7  | 063   | 6.5   | 22.6      | 16.4 | —     | —    | —        | —    |
| 7.6     | 100  | 9.7   | 100   | 137       | 100  | 142   | 100  | 290      | 100  |

освоение новых земель — на 193 тыс. га, объем внесения навоза — 2.2 млн. т (данные приведены в табл. 8).

пективу; г) построение модели прогноза урожая, которая позволила бы установить предполагаемый уровень урожайности в зависимости от всего комплекса условий.

На первом этапе исследований возможно использовать для построения модели и расчета на ЭВМ методы линейного программирования (тем самым допущение о линейности связей между урожаем и факторами не снимается).

Введем следующие условные обозначения:

$i$  — индекс ограничения ( $i=1, n$ );

$j$  — индекс переменной ( $j=1, m$ );

$K$  — индекс фактора, влияющего на формирование урожая ( $k=1, \alpha$ );

$X_j$  — переменная, обозначающая исходный уровень урожая;

$X_j^k$  — переменная, обозначающая прибавку (потерю) урожая от влияния  $k$ -го фактора;

$C_j, C_j^k$  — коэффициент целевой функции  $C_j = \begin{cases} +1 & \text{— прибав. урожая} \\ -1 & \text{— потеря урожая} \end{cases}$

$A_{ij}^k$  — коэффициент, обратный величине прибавки (потери) урожая на каждый % отклонения величины фактора от базовых;

$V_i$  — величина исходного (базового) уровня урожая;

$V_i^k$  — величина отклонения фактора от базовой величины фактора (в %).

Модель прогноза урожая:

Найти

$$C_j X_j + \sum_{j^k} C_j^k X_j^k \rightarrow \max$$

при условиях:

1) все переменные не отрицательны:

$$X_j \geq 0, X_j^k \geq 0;$$

2) задан исходный уровень урожая:

$$X_j \geq V_i;$$

3) прибавка (потеря) урожая не превышает величины, зависящей от величины отклонения каждого  $k$ -го фактора:

$$A_{ij}^k \times X_j^k \leq V_i^k$$

Если в задаче взят базовый (исходный) уровень как наивысший, то почвенно-климатические и другие факторы при этом будут иметь оптимальную величину показателей, а прогноз на перспективу может показать отклонения только в сторону занижения. Поэтому  $C_j^k$  и  $A_{ij}^k$  в данном случае будут означать потери урожая из-за неблагоприятных погодных условий. В то же время за счет улучшения агротехники, смены сортов и т. п. может иметь место и прибавка урожая.

За базовый уровень урожайности можно принять и среднефактический за ряд лет на данном типе почв; тогда прогнозируемые величины могут отклоняться от базового уровня в любую сторону и связываться через  $A_{ij}^k$  с прибавками и потерями урожая.

Если же тип почв вводится в задачу как фактор, а в качестве базисной берется урожайность среднефактическая за ряд лет, то общая величина урожайности может изменяться также из-за отклонения и

этого фактора — типа почв (например, от вовлечения в обработку почв иного типа).

Необходимо также напомнить, что принятое допущение о линейности связей между урожайностью и факторами предполагает дополнительное требование к модели: величина отклонения фактора от базовой величины (а следовательно прибавка или потеря урожая) задаются одним ограничением по возможности в пределах линейности этой связи. С переходом на увеличивающуюся (уменьшающуюся) величину реакции урожая на изменение фактора возникает необходимость вводить дополнительное ограничение типа 3 по тому же фактору, но уже с большей или меньшей прибавкой (потерей) урожая.

Из предложенной выше модели вытекают специфические требования к информации. Прежде всего необходим прогноз всех факторов на перспективу. Часть природных и экономических факторов стохастична, поэтому основными методами прогнозирования их величин на перспективу могут быть статистические, вероятностные. Другая часть факторов (почвенные, агротехнические и др.) — детерминированы по своей природе; для их прогнозирования можно применять другие методы.

Много дополнительной информации можно получить также при анализе решения двойственной задачи и линейного программирования. Согласно теории линейного программирования с помощью коэффициентов обратной матрицы последней симплексной таблицы можно определить границы устойчивости оптимального плана (у нас — прогнозируемого уровня урожайности) к изменению величины факторов  $B_i$ , то есть можно предсказывать фиксированную точку уровня урожайности в определенных интервалах колебания всех параметров. Нам представляется, что анализ такого решения может дать больше материала, чем простое решение задачи по определению планового уровня урожайности.

Основную трудность представляет, конечно, определение реакций урожая на отклонение всех влияющих на него факторов от оптимальных условий. Видимо, это и является одной из главных задач аграрной науки в наше время.

Данная работа, как уже отмечалось, не раскрывает механизма решения всей проблемы. Считаем, однако, что такой подход к проектированию урожайности на ближайшую перспективу, в сравнении с принятым в практике, полнее учитывает влияние основных факторов на формирование урожая.

---