

УДК 633:551.50

Канд. геогр. наук С.С. Байшоланов *

**О РАЗВИТИИ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ***АГРОПРОГНОЗ, УРОЖАЙНОСТЬ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
КУЛЬТУРЫ, ЗАПАСЫ ВЛАГИ В ПОЧВЕ, ФАЗЫ РАЗВИТИЯ, ТЕМ-
ПЕРАТУРА, ОСАДКИ*

*Определены недостатки агрометеорологических прогнозов,
используемых в Казгидромете, и предложены рекомендации по их
усовершенствованию.*

Учет и использование погодных условий в сельском хозяйстве имеет большое значение, особенно в засушливых регионах, каковым является большая часть территории Казахстана. Оценка влияния погодных условий на развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур, прогнозирование урожайности и обоснование мероприятий по снижению влияния неблагоприятных погодных условий является основным направлением научных исследований в агрометеорологии.

Агрометеорологический прогноз – это предвидение ожидаемых агрометеорологических условий роста и развития сельскохозяйственных культур с последующим прогнозированием их состояния и урожайности с определенной заблаговременностью. Агрометеорологические прогнозы делятся на четыре основные группы:

- Прогноз агрометеорологических условий;
- Фенологический прогноз;
- Прогноз урожайности основных сельскохозяйственных культур и их качество;
- Прогноз состояния озимых культур в зимний период.

Принципиальной основой для разработки агрометеорологических прогнозов являются связи биологических объектов с агрометеорологическими условиями, при ведущем значении отдельных факторов в пространственно-временном аспекте.

* Институт географии

В Казахстане было разработано значительное количество агрометеорологических прогнозов, методик и прогностических уравнений для определения урожайности сельскохозяйственных культур. Подходы, на которых базируются все современные агрометеорологические прогнозы (статистические, динамические, динамико-статистические, синоптико-статистические) все еще перспективны и обладают потенциалом. Модели, построенные на этих методах не должны конкурировать между собой, а должны дополнять друг друга. Поэтому возникает необходимость в разработке комплексных методик прогнозирования [1].

Важной проблемой в настоящее время становится качество прогностических методик. Чаще всего это объясняется их естественным «моральным старением», со сменой сортов растений и агротехнических приемов, а иногда и с короткопериодными климатическими циклами.

Помимо этого, возникла необходимость создания автоматизированной системы агрометеорологического прогнозирования. Сегодня с помощью компьютерной техники и программного обеспечения можно ежегодно проводить калибровку разработанных методик. Таким же способом можно усовершенствовать существующие старые методики. Сегодня, замена устаревших методик новыми, более совершенными, остается одной из важных задач агрометеорологии Казахстана.

В РГП «Казгидромет» на основе полученных данных от агрометеорологической сети составляются различные прогнозы.

Прогнозы оптимальных сроков сева зерновых культур и запасов влаги в почве, необходимы для планирования процесса сева, подготовки посевного материала и техники, определения норм высева. При отклонении сроков сева от оптимальных, ритм метеорологических условий перестает соответствовать биологическим требованиям культур, что в конечном итоге сказывается на урожайности.

Прогнозы урожайности используются для уточнения планов закупок, оценки перспектив снабжения населения продовольствием, а промышленности – сырьем [3].

Прогноз сроков созревания зерновых культур используется в процессе подготовки и перераспределения сельскохозяйственной техники. Такие прогнозы особо актуальны в аномальные по условиям погоды годы, когда созревание культур ожидается значительно раньше или позже средних многолетних сроков.

Прогноз агрометеорологических условий используется для планирования процесса уборки с минимальными потерями, подготовки уборочной техники и транспортных средств, режима работы элеваторов.

В современных социально-экономических условиях Казахстана значение агрометеорологических прогнозов возрастает. При этом все большую значимость приобретают долгосрочные прогнозы условий формирования урожайности зерновых культур, позволяющие судить о размере урожая еще до их посева. Такая информация была бы очень полезной для определения стратегии на будущий вегетационный период, в частности при выборе культур или их сортов [1].

Более подробно рассмотрим основные агропрогнозы.

1) Прогноз оптимальных сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур. Оптимальные сроки начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур совпадают со временем достижения почвой мягкопластичного состояния. Дата достижения мягкопластичного состояния почвы определяется по средней температуре воздуха за март или за апрель, по уравнениям Л.А. Пятковской [9].

Данные прогностические методики, разработанные еще в 70-х годах 20 века и требуют усовершенствования. При этом прогностические уравнения должны разрабатываться отдельно для каждой агроклиматической зоны, с учетом типа почвы.

2) Прогноз запасов продуктивной влаги в почве к началу весенне-полевых работ. Весной к началу весенне-полевых работ на 90 метеостанциях прогнозируются ожидаемые запасы продуктивной влаги в почве. Для прогноза используется методика Л.А. Разумовой, разработанная в 70-х годах 20 века. Для проведения расчетов по данной методике используются фактические и прогностические данные по осадкам и запасам влаги в почве. Прогноз составляется 2 раза: предварительный – с заблаговременностью 1,5 месяца (для севера – начало апреля) и окончательный – с заблаговременностью 1 месяц (для севера – конец апреля).

Необходимо отметить, что данная методика устарела, и прогностические уравнения являются обобщенными, т.е. рассчитанные для слишком большой территории. Соответственно данную методику необходимо усовершенствовать и получить прогностические уравнения отдельно для каждой агроклиматической зоны, с учетом типа почвы.

Также возникает необходимость внедрения в практику метода прогноза запасов почвенной влаги (ЗПВ) на предстоящий вегетационный пе-

риод, в частности для межфазных периодов: всходы – выход в трубку, выход в трубку – колошение, колошение – молочная спелость. Для этого требуется разработка новой или усовершенствование существующей методики С.А. Вериги [10].

Надо отметить, что также требуется усовершенствование месячного и сезонного прогнозов погоды, особенно по осадкам.

3) Прогноз сроков наступления основных фаз развития и созревания ранних яровых зерновых культур. Через 20...30 суток после проведения сева яровых зерновых культур, обычно это после 20 июня, составляется предварительный прогноз сроков созревания. В предварительном прогнозе рассчитываются сроки наступления фазы колошения и фазы восковой спелости. После фактического наступления фазы колошения, обычно это после 10 июля, составляется окончательный прогноз сроков созревания зерновых культур, т.е. фазы восковой спелости.

Прогнозы основываются на методике А.А. Шиголева, согласно которой скорость роста и развития растений в условиях достаточной влагообеспеченности зависит в основном от температуры воздуха. Чем выше температура (до определенного предела), тем больше скорость роста. А.А. Шиголевым, Л.Н. Бабушкиным и другими учеными были установлены значения сумм эффективных температур воздуха, необходимых для наступления основных фаз развития сельскохозяйственных культур.

В нашей республике возделывают два вида яровой пшеницы: мягкая и твердая. Наибольшее распространение имеет мягкая пшеница. Возделываются в основном среднеспелые (Акмола 2, Целинная 3, Казахстанская 19 и 25, Ертыс 97, Павлодарская 93, Саратовская 29 и т.д.) и среднераннеспелые (Астана, Целинная 24, Омская 31, Иртышанка 10 и т.д.) сорта.

Среди зерновых культур второе место занимает яровой ячмень. Возделываются в основном раннеспелые (Арна, Асем, Байшешек, Сауле) и среднеспелые (Целинный 91, Донецкий 8, Медикум 85, Карагандинский 5, Жулдыз, Одесский 100, Север 1, Целинный 5, Целинный 30, Карабалыкский 150) сорта.

Для прогноза сроков наступления фаз развития яровой пшеницы и ячменя используются суммы эффективных температур воздуха выше +5 °С, приведенные в табл. 1.

Дата наступления фазы развития определяется методом накопления необходимой суммы эффективных температур воздуха выше +5 °С. Часть температурного ряда является фактической, а часть определяется по

месячному прогнозу погоды или же берется их среднесуточное значение. При среднесуточной температуре воздуха более +20 °С вводится поправка на высокие (балластные) температуры. Например, для температуры +22 °С поправочный коэффициент составляет 0,96, а для +27 °С – 0,80.

Таблица 1

Суммы эффективных температур воздуха выше +5 °С, необходимые для прохождения межфазных периодов, °С

Культура	Посев – колошение	Колошение – восковая спелость	Посев – восковая спелость
Яровая пшеница	700	490	1190
Яровой ячмень	800	390	1190

Основными недостатками данной методики являются:

- использование долгосрочного прогноза погоды, который сам имеет невысокую точность;
- суммы эффективных температур, необходимые для прохождения межфазных периодов могут значительно отличаться в разных регионах республики;
- не учитываются иные не температурные факторы (влажность почвы, влажность воздуха, сортовые качества и т.д.).

Например, в условиях Казахстана часто складываются недостаточные условия увлажнения, что вызывает необходимость введения корректировки к расчетным датам наступления фаз развития. При этом нет четких рекомендаций по введению корректировок.

Соответственно необходимо усовершенствовать методику прогноза сроков наступления колошения, и созревания яровых зерновых культур. Однако для этого потребуется проведение специальных экспериментально-полевых исследований в течение продолжительного периода лет.

4) Прогноз урожайности яровых зерновых культур

а) Метод прогноза средней областной урожайности яровых зерновых культур В.Н. Забелина. В начале 80-х годов 20 века В.Н. Забелиным на основе методов математической статистики были разработаны регрессионные уравнения для прогноза среднеобластной урожайности яровых зерновых культур в 5 регионах Казахстана.

Прогноз с двухмесячной заблаговременностью составляется в конце июня, с одномесечной заблаговременностью – в конце июля. С помощью регрессионного уравнения рассчитывается отклонение урожайности от линии тренда (ΔY) для конкретной области. Оно выражается в едини-

цах среднеквадратического отклонения урожайности от линии тренда. Поэтому оно переводится от относительной единицы в ц/га (ΔY) и прибавляется к уровню тренда урожайности (Y_{mp}).

$$\Delta Y = \sigma \cdot \Delta Y, \quad (1)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение урожайности от линии тренда.

Тогда средняя областная урожайность определяется так:

$$Y = Y_{mp} + \Delta Y. \quad (2)$$

Входящими данными являются средние областные значения температуры воздуха (T) и сумма осадков (R), за различные месяцы и периоды, а также агрометеорологический показатель роста и развития (C) зерновых культур.

Для группы северных областей имеется прогностическое уравнение только двухмесячной заблаговременности:

$$\Delta Y = 0,23C_{VI(3)} + 0,174R_V + 0,028R_{VI(1)} + 0,343C_{VI} + 0,008R_{VI(2)} + 0,05R_{X-VI}. \quad (3)$$

Прежде, чем поставить необходимые предикторы в уравнение, их необходимо привести к стандартизированному виду, т.е. из этих величин вычитается их среднее значение, и результат делится на стандартное отклонение этой переменной.

Если фактическая сумма осадков превышает определенный критический уровень (R_{Ki}), то она умножается на постоянный коэффициент σ и прибавляется к осадкам следующей декады. Критический уровень осадков определяется как:

$$R_{Ki} = \lambda \cdot T_i, \quad (4)$$

где λ – постоянный коэффициент, полученный эмпирическим путем.

В связи с производственной необходимостью, с 2006 года данную методику начали использовать для прогноза средней районной урожайности яровой пшеницы. Так как, все расчеты проводились на бумаге, объем работы увеличился в несколько раз.

Для повышения оперативности составления прогноза, в 2008 году автором были созданы расчетные листы в программе Excel для восьми зерносеющих областей. На расчетный лист была помещена специальная таблица с определенной последовательностью действий, с регрессионными и эмпирическими коэффициентами, ячейки со всеми входными данными, а также график многолетнего хода урожайности с линией тренда и функции всех необ-

ходимых расчетных действий $(C_i, R_i, T_i, R_{Ki}, \sigma, \Delta Y, \Delta Y, Y_{mp}, Y)$ для месячной и 2-х заблаговременности.

К основным недостаткам данной методики относятся:

- прогноз общей урожайности для всех зерновых культур, а не для отдельно взятой культуры;
- регрессионные уравнения были получены для очень большой территории, охватывающей нескольких областей, соответственно и разных агроклиматических зон;
- регрессионные и эмпирические коэффициенты устарели, т.е. они были получены для условий уровня культуры земледелия 70-х годов 20 века.

В связи с данными недостатками вводятся корректировки к полученным результатам прогноза. Соответственно рекомендуется данную методику прогноза урожайности усовершенствовать для современных условий или снять с производства.

б) Динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур проф. А.Н. Полевого. Модель оценивает агрометеорологические условия произрастания сельскохозяйственных культур и прогнозирует их урожайность. В основу моделирования положено описание «поведения основных физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, роста и распределения ассимилянтов)» в зависимости от складывающихся метеорологических условий. Моделирование продукционного процесса сводится к определению прироста общей биомассы и биомассы отдельных органов растений за определенные интервалы времени [8]. Структурное описание модели было приведено автором в работе [2].

Модель может быть адаптирована для всех почвенно-климатических зон и почти для всех сельскохозяйственных культур. Например, на Украине модель реализована для яровой и озимой пшеницы, ярового ячменя, гороха, подсолнечника, кукурузы и сахарной свеклы. Модель в различных модификациях используется в производственной деятельности гидрометеорологических служб стран СНГ (Украина, Россия, Белоруссия, Молдова).

В 2010 году в департаменте агрометеорологии РГП «Казгидромет» модель была адаптирована для яровой пшеницы для 3-х основных зерновых областей Казахстана (Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской). Адаптация модели проводилась по административным районам областей (всего 45 районов). Она заключалась в приведении вычислитель-

ной системы модели в соответствие с почвенно-климатическими и агрономическими нормами, а также нормами по урожайности яровой пшеницы, за период 1999...2009 гг. [2].

В 2013 году данная модель была адаптирована автором для яровой пшеницы для Западно-Казахстанской, Актыубинской, Павлодарской и Карагандинской областей.

Базовая модель реализована на языке Visual Fortran и работает с помощью файлового менеджера Total Commander, на платформе Microsoft Windows. В 2011 году программистами РГП «Казгидромет» модель была переписана на языке Borland Builder C++ 5.0.

Относительно слабым моментом данной модели можно считать, то, что в расчетной схеме урожайности слабо представлена технология возделывания культуры. Она учитывается только косвенно, т.е. модель базируется на осредненной за многолетний период технологии возделывания пшеницы. Надо отметить, что в последние годы в земледелии внедряются новые технологии. Соответственно при существенном изменении технологии возделывания надо повторно проводить адаптацию модели. Это необходимо делать примерно каждые 5 лет.

Модель А.Н. Полевого рекомендуется адаптировать для других областей республики и для других видов сельскохозяйственных культур.

в) Прогноз урожайности озимой пшеницы. До распада СССР в Казгидромете использовалась методика прогноза урожайности озимой пшеницы на юге и юго-востоке республики, разработанная в 1983 году Гамаюновой М.С. Методика основывалась на зависимости средней областной урожайности от агрометеорологических показателей (температуры, осадков, ЗПВ, густоты растений). Проверка методики на современных данных (2007...2011 гг.) показала большие погрешности. Поэтому было принято усовершенствовать методику. В 2013 году автором на основе принципов методики М.С. Гамаюновой были получены новые регрессионные уравнения (2 и 1 месячной заблаговременности), для прогноза урожайности озимой пшеницы по 7 районам Жамбылской области и по 4 районам Алматинской области. Для облегчения расчетов были созданы расчетные листы в Excel. Для внедрения в производство, полученные уравнения должны пройти испытание в течение 2-х лет.

5) Прогноз агрометеорологических условий на период уборки зерновых культур. Данный прогноз является консультативным и состоит из трех этапов:

- 1) Определение вероятных сроков наступления полной спелости зерновых культур, и начала уборки урожая;
- 2) Определение вероятной влажности зерна и соломы, а также вероятности прорастания зерна в период уборки;
- 3) Оценка благоприятности метеорологических условий для работы комбайна в период уборки.

1 этап. Полная спелость зерновых культур является показателем начала прямой уборки или обмолота высушенных валков. Скорость перехода от восковой спелости к полной спелости находится в тесной зависимости от влажности воздуха. Чем выше дефицит влажности в период высушивания хлебов, тем меньше продолжительность этого периода [5].

Для северных областей Казахстана установлено, что для просыхания хлебов от скашивания (влажность зерна 35...37 %) до кондиционной влажности зерна (14...15 %) потребуется сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха 40...45 гПа, а для стоящих на корню хлебов – около 70 гПа.

2 этап. Влажность зерна и соломы, а также вероятность прорастания зерна в период уборки определяются по значениям дефицита влажности воздуха, с использованием специальной таблицы [5]. При выпадении осадков в исходную влажность зерна вводится поправка: 1 мм осадков повышает влажность зерна на 1 %.

3 этап. Работа комбайна находится в большой зависимости от метеорологических условий, а ее производительность – от суточного хода дефицита влажности воздуха, что связано с изменением влажности убираемой массы. Чем выше влажность соломы, тем труднее уборка [5].

В составе прогноза агрометеорологических условий на период уборки зерновых культур дается и месячный прогноз погоды. Предварительно дается месячный прогноз погоды на август, а в составе окончательного – месячный прогноз погоды на сентябрь.

К основным недостаткам данной методики относятся:

- оправдываемость месячного прогноза бывает не высокой;
- дефицит влажности воздуха не прогнозируется в рамках месячного прогноза;
- зависимость производительности комбайна от метеоусловий была определена по технике 60...70-х годов 20 века.

Для усовершенствования данной методики потребуется многолетняя научно-исследовательская работа, на базе научных учреждений МСХ РК.

Эффективность и оправдываемость агрометеорологических прогнозов. Экономическая эффективность агрометеорологической информации может быть представлена в виде разности между приращением сельскохозяйственной продукции, получаемой в результате использования этой информации, и ее стоимостью. Приращение продукции – это разность между доходом (сбор зерна), полученный в результате принятия хозяйственных решений, с учетом агрометеорологической информации и аналогичными показателями, полученными без учета этой информации [3].

Еще одним показателем экономического эффекта агрометеорологической информации является, так называемый, предотвращенный ущерб, связанный с заблаговременностью доведенного до потребителя прогноза о наступлении неблагоприятных или опасных для сельского хозяйства явлений и проведением в хозяйствах защитных мероприятий. По обобщенным данным, в сельскохозяйственном производстве за счет такой информации удается сократить убытки на 25 % от общего объема потерь, связанных с погодой. Вклад гидрометеорологической информации в полученный экономический эффект оценивается коэффициентом от 0,1 до 0,5 [3].

К сожалению, в Казгидромете не налажена оценка экономической эффективности использования агрометеорологической информации в сельском хозяйстве. Соответственно необходимо налаживать такую оценку, с привлечением экономистов сельскохозяйственной отрасли. Можно использовать (с определенной поправкой) методики Э.И. Монокровича, А.П. Федосеева, В.П. Дмитриенко, В.М. Личикаки и др. [3, 6].

В качестве косвенного показателя эффективности агрометеорологических прогнозов может служить их оправдываемость. Для оценки оправдываемости агрометеорологических прогнозов используются:

- метод относительной ошибки прогнозов [4];
- метод среднеквадратического отклонения [11].

Качество прогноза оценивается по шкале оправдываемости: 91 % и более – отлично (5 баллов); 81...90 % – хорошо (4 балла); 71...80 % – удовлетворительно (3 балла); менее 70 % – не удовлетворительно (0 баллов).

В случае, когда ожидаемые величины прогнозируются близкими к абсолютному максимуму или минимуму, а фактические оказываются выше максимальных или ниже минимальных – прогноз считается, оправдавшимся на отлично, независимо от величины ошибки.

В Казгидромете оценивается оправдываемость 3 основных агропрогнозов: урожайности, запаса влаги в почве и срока созревания.

Оправдываемость прогнозов из года в год колеблется в широких пределах, от 65 до 85 %, что оценивается как хорошо и удовлетворительно (рис. 1). С увеличением количества наблюдаемых пунктов растет и количество охваченных прогнозом административных районов областей республики (рис. 2).

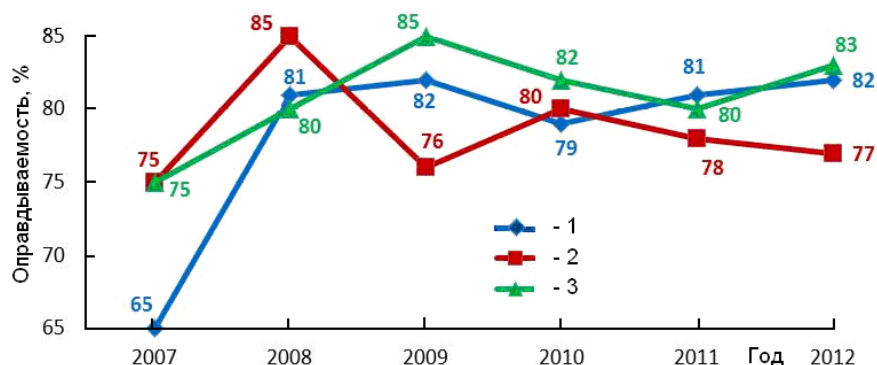


Рис. 1. Динамика оправдываемости агрометеорологических прогнозов. 1 – прогноз запаса влаги в почве, 2 – прогноз сроков созревания, 3 – прогноз урожайности зерновых культур.

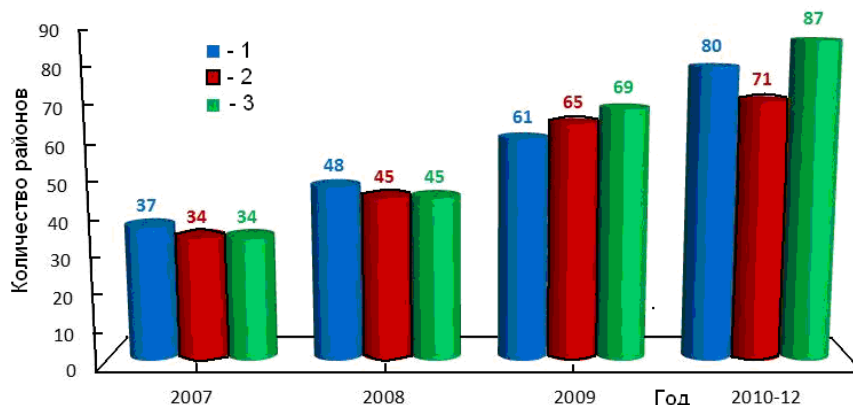


Рис. 2. Количество административных районов, охваченное агрометеорологическими прогнозами. 1 – прогноз запаса влаги в почве, 2 – прогноз сроков созревания, 3 – прогноз урожайности зерновых культур.

Оправдываемость по прогнозам за 2007...2012 годы в среднем составляет 80 %, при этом оправдались на отлично – 0 %, на хорошо – 61 %, на удовлетворительно – 33 %, на не удовлетворительно – 6 % прогнозов. Это указывает на удовлетворительную эффективность агрометеорологических прогнозов применительно к зернопроизводству республики.

Таким образом, почти все агрометеорологические прогнозы, используемые в Казгидромете, требуют усовершенствования.

Автор предлагает в производство Казгидромета внедрить и другие модели:

- модель DSSAT Геррита Хугенбума (США) – система поддержки принятия решений для передачи агротехнологии. Она представляет комплект программного обеспечения, включающий данные о почве, фенотипе зерновых культур, погоде и средствах управления, с помощью которых моделируется рост и урожайность зерновых культур;
- модель CropSyst – воспроизведение системы земледелия. Это имитационная модель суточного роста различных видов зерновых культур. Она служит в качестве аналитического инструмента для изучения влияния систем управления на урожайность сельскохозяйственных культур и окружающую среду;
- модель сопоставления AgMIP, состоящая из 27 имитационных моделей.

Необходимо также развивать синоптико-статистическое прогнозирование урожайности, где в качестве исходных материалов используются карты барической топографии. Такая методика позволяет прогнозировать урожай сельскохозяйственных культур еще до их посева. Можно усовершенствовать синоптико-статистический метод прогноза средней республиканской урожайности зерновых культур В.М. Пасова и Е.А. Аксаринной [7]. При этом необходимо ориентироваться на принципы синоптико-статистического метода прогноза урожайности ярового ячменя, разработанного В.М. Лебедевой (Россия).

Также необходимо развитие следующих направлений:

- Включение в схему агропрогнозирования других зерновых, зернобобовых, масличных, плодовых и технических культур;
- Создание автоматизированной системы агрометеорологического прогнозирования, где в одну систему объединены все прогностические методики и база данных;
- Использование при оценке состояния посевов данных спутникового мониторинга;
- Разработка методики оперативной оценки и прогноза засухи;
- Внедрение в производство зоометеорологических прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая, Вып. 1(11). 2001. – С. 32-37.

2. Байшоланов С.С., Байбазаров Д.К. Адаптация и использование динамической модели А.Н. Полевого для прогноза урожая сельскохозяйственных культур в условиях Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 2012. – № 2. – С. 55-64.
3. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. – СПб: Гидрометеоздат, 2005. – 552 с.
4. Инструкция по оценке оправдываемости агрометеорологических прогнозов. – М.: Гидрометеоздат, 1983. – 7 с.
5. Лубнин М.Г. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур. – М.: Гидрометеоздат, 1975. – 31 с.
6. Монокрович Э.И., Федосеев А.П. Методические рекомендации по оценке экономического эффекта от использования гидрометеорологической информации в сельскохозяйственном производстве. – М.: Гидрометеоздат, 1981. – 48 с.
7. Пасов В.М., Аксарина Е.А. Прогноз урожая яровой пшеницы до сева по территории Казахстана. – М.: Гидрометеоздат, 1980. – 20 с.
8. Полевой А.Н. Методические указания по составлению прогнозов среднеобластной урожайности сельскохозяйственных культур на основе динамико-статистических моделей продуктивности. – Одесса: ОГМИ, 1998. – 35 с.
9. Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Том 1. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 290 с.
10. Серякова Л.П., Петрушенко В.Д. Сборник заданий по курсу агрометеорология. – Л.: Изд во ЛПИ, 1976. – 138 с.
11. Хондожко Л.А. Оценка успешности метеорологических прогнозов. – Л.: ЛПИ, 1977 – 68 с.

Поступила 7.02.2014

Геогр. ғылымд. канд. С.С. Байшоланов

ҚАЗАҚСТАНДА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ БОЛЖАУДЫ ДАМУ ТУРАЛЫ

Қазгидрометте қолданылатын агрометеорологиялық болжаулардың кемшіліктері анықталып, оларды жетілдіру жолдары ұсынылған.