

УДК 629.7(043.3)

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ЛОКАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛИГОНОВ

К.Ю. Дубихин, Аэрокосмический институт Оренбургского государственного университета

Показатели качества управления производством авиационно-технологических работ (АХР) находятся в прямой зависимости от уровня целесообразности [1, 2] реализуемых технологических решений. Основной задачей в процессе принятия решения о выборе технологии производства АХР традиционно обозначена задача планирования тактической схемы летной операции с использованием сельскохозяйственного летательного аппарата. При этом недостаточное внимание уделяется оценке и учету периодичности существования метеорологических факторов и процессов, обуславливающих локальные метеорологические состояния (ЛМС) сельскохозяйственных полигонов, изменяющиеся в течение суток. ЛМС определяются потоками холодных воздушных масс, конвекцией в приземном слое, туманом, инверсией и представляют собой совокупность влияющих факторов и процессов.

Перечисленные факторы и процессы учитываются лишь в связи с тактико-техническими характеристиками используемых сельскохозяйственных летательных аппаратов (СЛА) и необходимостью реакции на агрометеорологические прогнозы. Анализ суточных изменений локальных метеорологических состояний показывает, что они могут оказывать существенное влияние непосредственно на процесс внесения химикатов, зависящий от направления и скорости перемещения воздушных масс, влажности, давления, наличия или отсутствия тумана и инверсии. Практическая целесообразность учета описанных природных явлений приводит к необходимости моделирования процесса, его возникновения и развития. Предлагаемый подход позволяет уточнить модель тактической летной схемы технологической операции, реализуемой сельскохозяйственным летательным аппаратом; разработать комплексную динамическую модель локальных метеорологических состояний, на основе которой возможно повышение качества управления производством АХР.

Задачи, на решение которых направлен обозначенный подход, являясь составной частью комплексной проблемы управления качеством АХР. Данная проблематика представлена следующими составляющими: повышением точности внесения химикатов на поверхность почвы и сельскохозяйственных растений и, как следствие, обеспечением экологической надежности проводимых агрохимических мероприятий.

В основе любого анализа лежит систематизация исследуемых процессов и явлений, выявление качественных и количественных обусловленностей. Исходя из положения о том, что сельскохозяйственный полигон представляет собой, в принципе, условно закрытую систему, в основе которой три основных компонента — воздушные массы, вода в разнообразном агрегатном состоянии и подстилающая поверхность. Система характеризуется как условно закрытая на том основании, что, несмотря на постоянные изменения составляющих ее подсистем, их качественные и количественные обусловленности сравнительно стабильны. Исключения составляют их изменения в течение года и календарных суток. В отличие от среднесуточных значений показателей метеорологических условий, показатели, характеризующие локальные ме-

теорологические состояния, могут изменяться в течение малых отрезков времени, что отражает их динамическую природу (табл.).

Все изменения локальных метеорологических состояний в течение суток находятся в непосредственной связи с изменением положения Солнца над подстилающей поверхностью и, как следствие, ее прогревом, вызывающим ряд сопутствующих эффектов (инверсия, конвекция) или атмосферных возмущений (сток охлажденных воздушных масс, испарения). С точки зрения управления, несмотря на известную стихийность воздействия солнечной радиации, ее нельзя классифицировать как возмущающее воздействие, поскольку оно носит глобальный характер и, по сути, делает исследуемую систему открытой.

Динамика изменения показателей, характеризующих локальные метеорологические состояния, в течение суток					
Дата и время	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Абсолютное давление, мм рт. ст.	Температура, °С	Относительная влажность, %
1.07.06 00.00	Штиль	Штиль	744,1	18,6	80
1.07.06 03.00	Северо-северо-западный	1	744,0	21,9	67
1.07.06 06.00	Северо-западный	2	743,4	29,5	41
1.07.06 09.00	Северный	6	742,3	31,0	43
1.07.06 12.00	Южный	8	742,3	23,9	66
1.07.06 15.00	Северо-северо-западный	1	743,2	26,7	53
1.07.06 18.00	Северный	2	743,5	22,5	68
1.07.06 21.00	Северо-западный	1	741,9	20,1	80
1.07.06 23.00	Восточный	1	741,4	19,9	78

Атмосферные возмущения оказывают существенное влияние на процесс осаждения химических веществ при способе внесения, определяемом как распыливание. Воздействие на осаждение частиц распыленного вещества тем значительнее, чем меньше физические размеры осаждающихся частиц и удельный вес средства внесения — химического вещества [3]. Атмосферные возмущения приземного слоя в границах изучаемого явления следует классифицировать как совокупность случайных факторов, которые должны учитываться в процессе планирования технологий производства АХР.

Основными факторами, определяющими качество обработки и экологическую безопасность, являются ветер,

конвекционные потоки, температура и влажность воздуха, а также осадки. Скорость ветра изменяется в течение суток. Несоблюдение требований по предельно допустимой скорости ветра приводит к снижению качества и эффективности АХР, сносу химикатов и загрязнению окружающей среды. Так, поведение распыленного пестицида и связанные с ним эффективность обработки и снос препарата определяются главным образом сочетанием двух факторов — скорости ветра и турбулентности воздуха. Направление и скорость ветра у подстилающей поверхности зависят от географических особенностей сельскохозяйственного полигона, в частности — рельефа местности. Исходя из определения вертикального сдвига ветра [4]:

$$\frac{dv}{dz} \approx \frac{1}{z},$$

где v — скорость ветра;

z — высота над уровнем моря,

приведем дифференциальное уравнение зависимости скорости ветра от высоты для данной подстилающей поверхности. Вводя поправочный коэффициент b

$$b \approx \frac{u}{k},$$

где u — динамическая скорость ветра;

k — постоянная Кармана ($k \approx 0,4$),

получим уравнение

$$\frac{dv}{dz} \approx b \frac{1}{z}.$$

Следовательно, на примере описания скорости ветра у подстилающей поверхности может быть получена одна из компонент комплексной динамической модели локальных метеорологических состояний.

Нагревание подстилающей поверхности Солнцем вызывает появление конвекционных воздушных потоков, проявляющихся, когда температура воздуха у земли становится выше, чем на высоте 2 м. Эти потоки препятствуют осаждению на землю мелкодисперсных капель и пылевидных частиц вносимых химикатов, а при развитии становятся опасными для полетов сельскохозяйственных летательных аппаратов на малых высотах. Перенос мелкодисперсных капель и частиц вносимых химикатов возможен вследствие стекания воздушных масс на пересеченной местности.

При высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха резко возрастают потери химикатов от испарения. Поэтому мелкодисперсное опрыскивание должно прекращаться при температуре 26°C, при относительной влажности воздуха на момент обработки ниже 50% [5].

Инверсия (состояние, когда температура подстилающей поверхности ниже температуры воздуха) возникает, как правило, ночью, при ясной и тихой погоде и разрушается утром при высоте солнца 10—15° над горизонтом. Внешний признак инверсии — стелющийся по земле дым или слабый туман в понижениях местности. При этих условиях волна химикатов не рассеивается и медленно опускается на землю, обеспечивая высокую эффективность обработки. Но эти же условия являются и наиболее опасными в плане повреждения химикатами расположенных в пределах опасной зоны чувствительных культур.

При ясной погоде после разрушения инверсии, как правило, возникает слабый ветер при конвекции. Такие метеосостояния благоприятны для авиационных обработок и наименее опасны для окружающей среды. Однако при проведении работ необходимо следить за направлением ветра, поскольку в этот период времени переходные процессы отличаются непостоянством.

Для пасмурного дня характерна изотермия — равенство температур подстилающей поверхности и прилегающего воздуха, что приводит к возникновению слабого ветра спонтанно изменяющихся направлений. Эти условия являются промежуточными между инверсией и конвекцией, но с точки зрения опасности сноса они ближе к инверсионным.

По результатам анализа других метеорологических состояний следует отметить, что осадки в виде дождя препятствуют производству АХР. Дождь, прошедший ранее чем через 4 часа после химической обработки, смывает химикаты с растений. В результате требуется повторная обработка. Однако морозящие дожди в осенний период не препятствуют обработке садовых участков сельскохозяйственными вертолетами, так как перераспределяют химикаты по кроне дерева сверху вниз. Небольшой дождь также не препятствует рассеву минеральных удобрений.

Роса не является препятствием для производства АХР. Она улучшает растекаемость эмульсий, прилипает к пылевидным химическим препаратам и способствует их перераспределению. Опасение, что добавка рабочей жидкости к росе при опрыскивании вызовет ее стекание, лишено основания. В виде росы на 1 га обрабатываемого поля находится 2—3 тыс. л воды. Добавка 25—50 л/га рабочей жидкости существенно не повлияет на состояние росы. Единственный вид АХР, при котором наличие росы оказывает влияние на конечный результат — опрыскивание препаратами бетанальной группы. Обработка этими гербицидами влажных растений вызывает краевые ожоги на молодых побегах [6].

Таким образом, при планировании АХР следует придерживаться следующего правила: в течение суток совокупность реализуемых технологий может и должна изменяться в зависимости от среднесуточных метеорологических условий. При планировании технологий производства АХР необходимо учитывать динамику зарождения, развития и распада локальных метеорологических состояний сельскохозяйственного полигона в течение суток. Для достижения максимальной эффективности управления качеством необходимо создание комплексной динамической модели, в основе которой лежат две частные задачи: уточнение тактической модели летной операции, проводимой сельскохозяйственным летательным аппаратом; разработка комплексной динамической модели локальных метеорологических состояний сельскохозяйственного полигона. Решение конкретной фундаментальной задачи управления качеством в рамках проблемы возможно на основе решения следующих частных задач: создания базы данных метеорологических условий за время, соответствующее вегетационному периоду и фазе созревания культур, а также создания автоматизированной системы управления качеством производства АХР. 

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ЛОКАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛИГОНОВ**QUALITY MANAGEMENT OF AVIATION-CHEMICAL WORKS ON THE BASIS OF THE ACCOUNT OF LOCAL METEOROLOGICAL CONDITIONS OF AGRICULTURAL RANGES****Резюме:**

Использование в современном сельскохозяйственном производстве авиационно-химических работ приводит к необходимости контроля качества проведения агрохимических мероприятий и соблюдения норм экологической безопасности. В статье рассматривается возможность осуществления такого контроля на основе учета суточных изменений метеорологических условий на сельскохозяйственных полигонах с использованием средств автоматизации.

Summary:

Use in a modern agricultural production of aviation-chemical works leads to necessity of quality assurance of carrying out of agrochemical actions and observance of norms of ecological safety. In article possibility of realisation of such control on the basis of the account of daily changes of weather conditions on agricultural ranges with use of means of automation is considered.

Ключевые слова: качество, управление, конвекция, инверсия, база данных.

Keywords: quality, management, convection, inversion, a database.

Литература:

- 1 Дибихин, К.Ю. Повышение эффективности управления производством авиационно-химических работ: Дисс....канд. техн. наук : 05.13.06, 05.20.01 / К.Ю. Дибихин. - Оренбург, 2007. - 165 с.
- 2 Дибихин, К.Ю. Обоснование технологической схемы летной операции при производстве авиационно-химических работ / К.Ю. Дибихин / Научно-практический журнал «Агро XXI». - М. : Агрорус. - 2007. - № 4-6. - С. 44-45
- 3 Указания по технологии авиационно-химических работ в сельском и лесном хозяйстве : Министерство гражданской авиации. - М. : Воздушный транспорт, 1982. - 120 с.
- 4 Самнер, Г. Математика для географов / Г. Самнер. - М. : Издательство «Прогресс», 1981. - 296 с.
- 5 Руководство по авиационно-химическим работам гражданской авиации : Министерство гражданской авиации. - М. : Воздушный транспорт, 1984. - 63 с.
- 6 Методика планирования авиационных работ в народном хозяйстве : Министерство гражданской авиации. - М. : Воздушный транспорт, 1989. - 75 с.