

## Заселенность кукурузы кукурузным мотыльком первого поколения и майские осадки в Краснодарском крае: картирование и анализ с помощью ГИС

Серрапионов Д.А., Фролов А.Н.

Кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) — опасный вредитель кукурузы в России и за рубежом. Еще в 30-х годах XX века было показано, что распространение и уровень его численности в сильной степени зависят от увлажнения местности (Щеголев, 1934; Кожанчиков, 1938). Многолетними наблюдениями за динамикой численности кукурузного мотылька на посевах кукурузы Кубанской опытной станции ВИР (пос. Ботаника Гулькевичского р-на Краснодарского края) установлена тесная связь индекса размножения и уровня смертности вредителя за первое, наиболее вредоносное поколение с суммой осадков за май – начало июня (Фролов, 2006; Фролов, Серрапионов, 2005).

Цель работы — охарактеризовать пространственную связь колебаний численности кукурузного мотылька первого поколения с осадками, выпадающими в мае, с помощью геоинформационных систем (ГИС) применительно к Краснодарскому краю. ГИС — это компьютерная технология картирования и анализа объектов и событий, которая позволяет адекватно экстраполировать зависимости, установленные для отдельных географических точек, на области и регионы (Варфоломеев и др., 2003).

### Материал и методы

Данные о многолетнем развитии кукурузного мотылька в Краснодарском крае ежегодно отражаются в отчетах Краснодарской краевой станции защиты растений с 1958 г. Наиболее полно информация о численности вредителя представлена в отчетах за 1975-1978 гг., в том числе в виде картограмм, причем сведения о максимальной плотности кукурузного мотылька и проценте заселенных им растений кукурузы приводятся по районам края. Для построения векторных карт использовали данные о проценте заселенности кукурузы, поскольку этот показатель тесно коррелирует со средней плотностью гусениц старших возрастов (Фролов, 2006).

Из агрометеорологических бюллетеней (таблиц ТСХА, хранящихся в архиве АГМО ВИР) были выбраны данные по осадкам, зарегистрированным метеорологическими станциями Краснодарского края в 1975-1978 гг. В анализ включали сведения о количестве осадков как за месяц, так и подекадные значения.

Многолетние данные о среднемесечном количестве осадков за май для территории Краснодарского края были взяты из Справочника по климату СССР.

Растровые карты распределений выпавших в Краснодарском крае осадков (подекадные и месячные значения за 1975-1978 гг., многолетние данные) создавали по точечным данным с помощью интерполятора MapInfo IDW. Для ранжирования районов края по количествам выпавших осадков в 1975-1978 гг. создавали дополнительные тематические карты диапазонов значений. Всего было выделено семь таких диапазонов и каждому району для каждого временного интервала присваивали балл, характеризующий ранговую оценку среднего количества осадков, выпавших в пределах района.

Анализ связей осадков и заселенности посевов осуществляли лишь для той части Краснодарского края, на которой посевы кукурузы занимают не менее 5% от общей площади посевов, для чего использовали векторную карту, созданную в Почвенном ин-те им. В.В. Докучаева (Королева и др., 2003).

Связь заселенности посевов кукурузы кукурузным мотыльком с уровнем выпавших осадков по районам края оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмэна.

## Результаты и обсуждение

При включении в анализ данных о заселенности посевов и ранговых оценок количества выпавших осадков за май по всем районам Краснодарского края в рамках единого массива связи между этими показателями не обнаруживались:  $R=0.24$ , который достоверно не отличается от 0.

Зависимость численности вредителя от количества выпавших за май осадков была статистически доказана для локальной популяции, обитающей в Гулькевичском р-не (Фролов, Серапионов, 2005). Поэтому логично искать пространственную связь указанных выше показателей сначала в пределах Гулькевичского и соседних с ним районов края, а не в более удаленных районах.

Для выявления границ территории, в пределах которой колебания численности кукурузного мотылька и майские осадки тесно связаны между собой, осуществляли ступенчатый регрессионный анализ. Массив данных для анализа формировали поэтапно, путем постепенного добавления в матрицу значения осадков и заселенности посевов для все более и более удаленных от Гулькевичского районов края. Добавление данных прекращали тогда, когда расчетные значения коэффициента корреляции начинали явным образом снижаться.

По завершении операции кластеризации обнаружилось, что в единый массив попали районы Краснодарского края, территориально расположенные в восточной его части (рис. 1). В пределах этого кластера заселенность посевов кукурузы была тесно связана с количеством осадков, выпавших соответственно за первую, вторую, третью декады мая и за весь месяц ( $R = 0.62-0.77$ ).

Не попавшие в кластер восточной зоны районы края уместно назвать западной зоной (рис. 1). Примечательно, что районы западной зоны края, подобно районам восточной зоны, также организованы в кластер, в пределах которого заселенность посевов кукурузы тесно связана с уровнем выпавших осадков, но лишь в первую декаду мая ( $R = 0.82$ ). Восточная и западная зоны Краснодарского края существенно различаются коэффициентами регрессии заселенности посевов на ранг количества выпавших осадков (рис. 2).

Любопытно сопоставить результаты представленного выше анализа с пространственным распределением среднемноголетних значений майских осадков. В целом оказывается, что конфигурация восточной и западной зон, изображенных на рис. 1, неплохо соответствует конфигурации областей, различающихся нормой выпадения майских осадков при пограничном значении, равном 65 мм (рис. 3).

Небольшие несоответствия в конфигурации границ между зонами на рис. 1 и 3 можно объяснить двумя обстоятельствами. Во-первых, при установлении границ между зонами по данным 1975-1978 гг. мы были вынуждены рассчитывать усредненные по районам края ранговые значения осадков, тогда как карту среднемноголетних значений строили по материалам метеорологических станций без огрубляющего порайонного усреднения. Во-вторых, при построении при анализе данных 1975-1978 гг. мы не располагали материалами по заселенности посевов кукурузы в Адыгее и поэтому были лишены возможности использовать данные по осадкам для этой республики. Карта среднемноголетних значений майских осадков была составлена, в том числе, и по данным, полученным по Адыгее.

О возможных причинах различий двух кластеров в отношении отклика заселенности посевов кукурузы на количество выпавших осадков, соответственно на западе и востоке Краснодарского края (рис. 2), пока можно лишь догадываться.

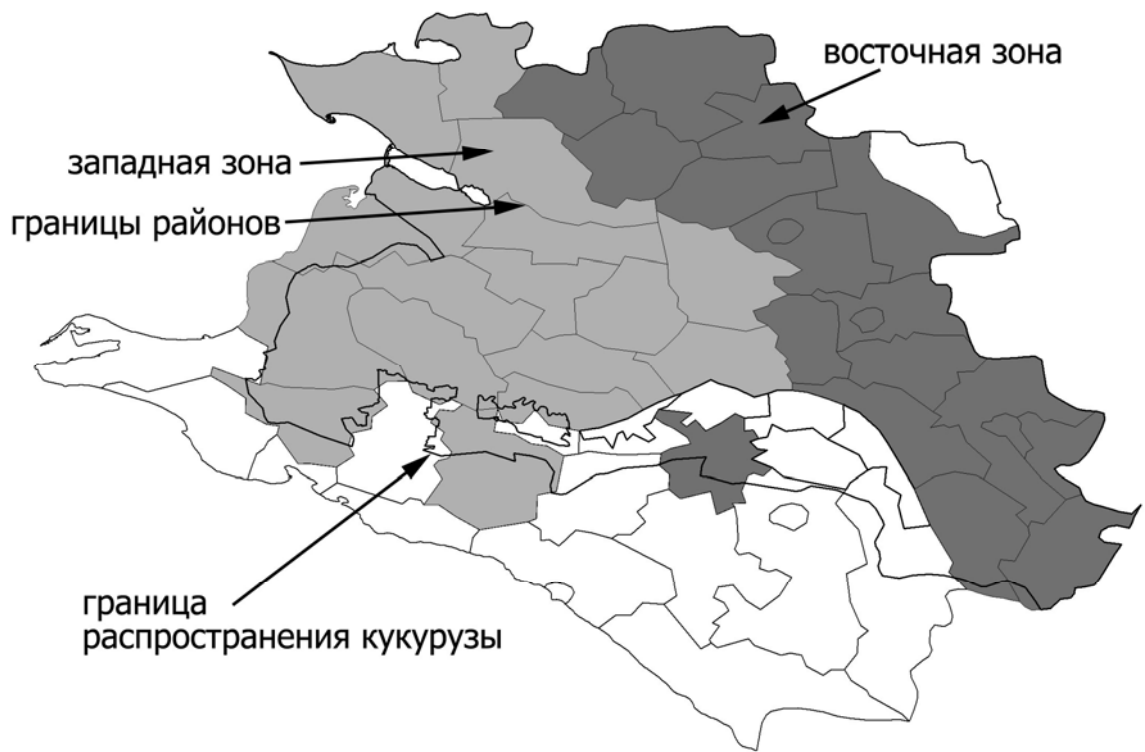


Рис. 1. Восточная и западная зоны Краснодарского края, в пределах которых в 1975-1978 гг. отмечены различия по заселенности кукурузы кукурузным мотыльком первого поколения в зависимости от количества осадков, выпавших в мае

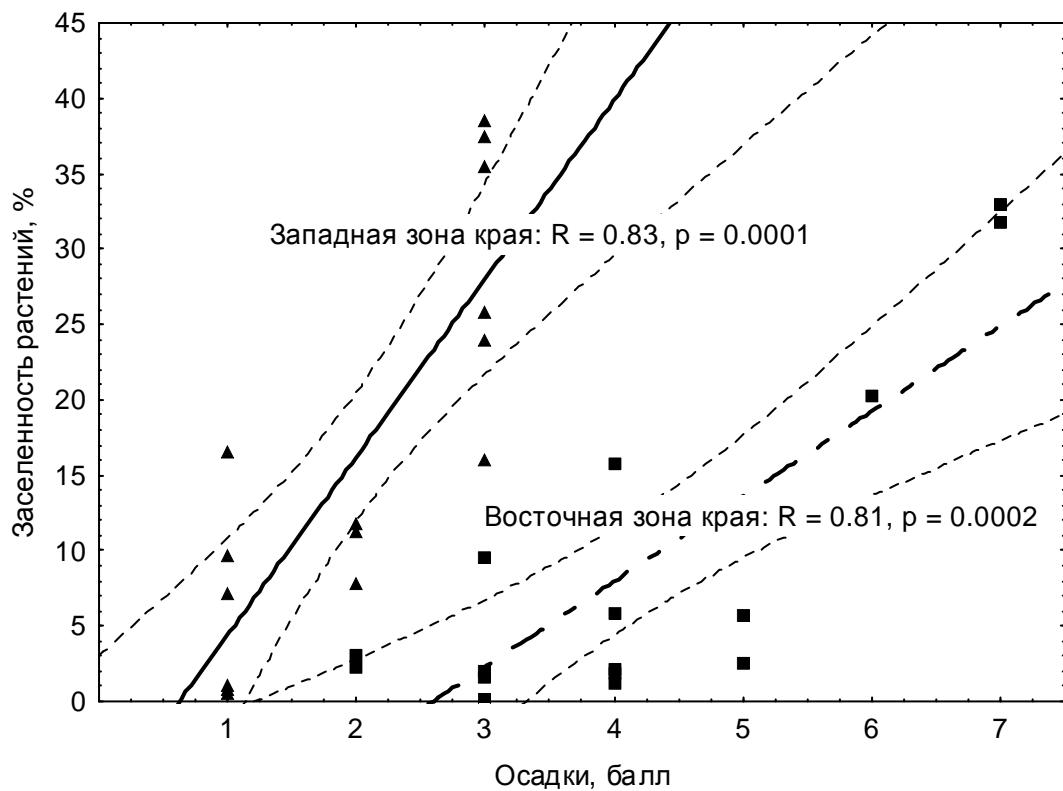


Рис. 2. Зависимость средней по району заселенности посевов кукурузы от количества осадков за первую декаду мая (1975-1978 гг.) в восточной и западной зонах Краснодарского края

Развивающимся на двудольных кормовых растениях (полыни, дурнишнике, конопле и др. видах) популяциям кукурузного мотылька и близких форм рода *Ostrinia* в европейской части бывшего СССР свойственен внутривидовой полиморфизм по строению голеней средних ног самцов. Частоты аллелей генов, кодирующих морфологию голеней, формируют в пространстве клины, соответствующие градиентам увлажненности. Любопытно, что постепенным изменениям средних значений осадков за июнь соответствуют скачкообразные изменения частот аллелей; границы между зонами, в которых обитают популяции с разной генетической структурой, характеризуются стабильной пространственной локализацией и довольно узки: скачки частот генов почти от 0 до 1 обнаруживаются на расстояниях 50-60 км при переходе через пограничные зоны 70, 60 и 50 мм (Фролов, 1994). Эти данные дают основание полагать, что 1) средний уровень выпадения осадков в пределах той или иной территории вполне может выступать в качестве вектора естественного отбора у представителей рода *Ostrinia*, и 2) популяционная структура кукурузного мотылька является консервативной (т.е. миграции особой если и имеют место, то носят центростремительный характер). Логично предположить, что обитающие на кукурузе в восточной и западной зонах Краснодарского края популяции кукурузного мотылька также специфическим образом адаптированы к разным условиям увлажнения.

Так или иначе, представленные в статье материалы свидетельствуют, что в восточной зоне Краснодарского края динамика численности кукурузного мотылька, скорее всего, описывается той же моделью, что и Гулькевичском районе. Для западной зоны края прогностическая модель размножения вредителя, по всей видимости, будет иметь иной вид.

Таким образом, ГИС-технологии оказываются ценным подспорьем при районировании территорий и выделении областей, в пределах которых можно с заданной степенью точности применять разработанные для локальных условий прогностические модели. Кроме того, применение ГИС может оказаться полезным при анализе пространственной структуры популяций вредных организмов.

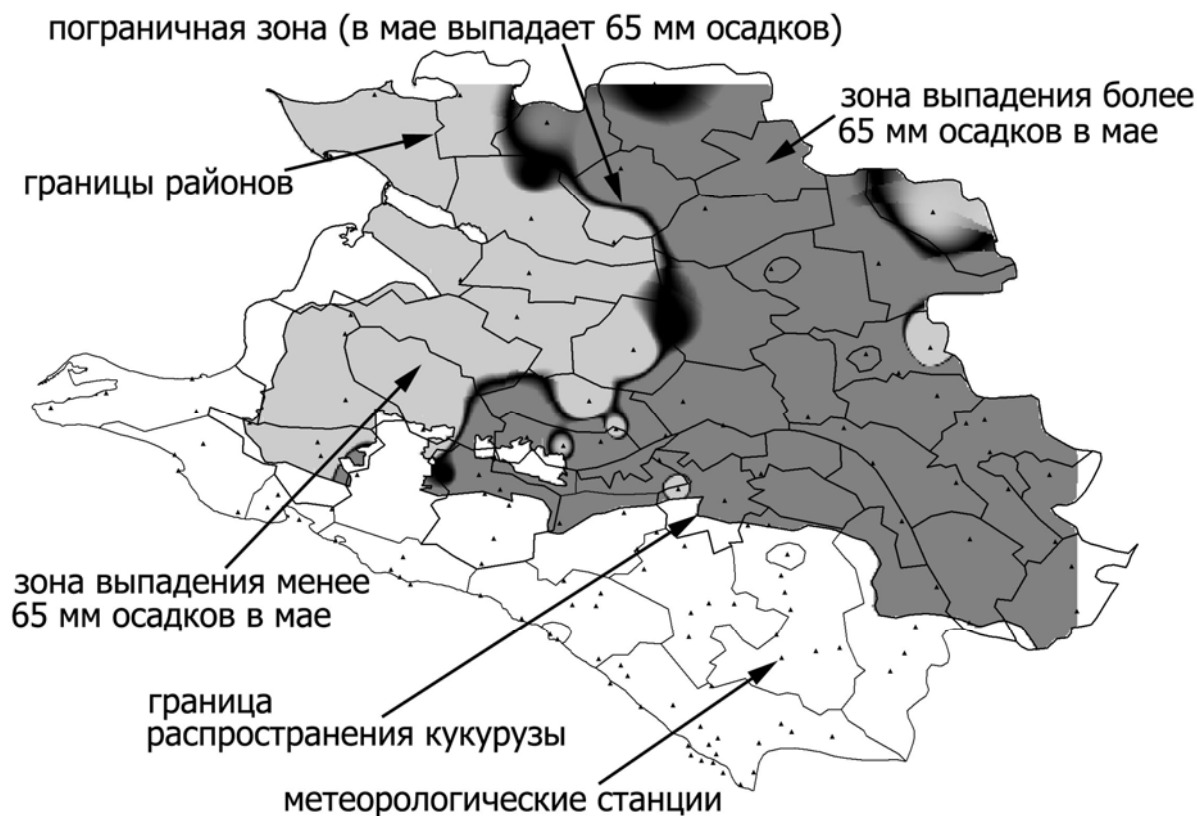


Рис. 3. Восточная и западная зоны Краснодарского края (включая Адыгею), в пределах которых среднемноголетние суммы осадков за май соответственно выше и ниже 65 мм.

#### Литература

- Варфоломеев И.В., Ермакова И.Г., Савельев А.С. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем. Красноярск, КГТУ, 2003, 34 с.
- Кожанчиков И.В. Географическое распространение и физиологические признаки *Pyrausta nubilalis* Hbn. / Зоол. журн., 17, 2, 1938, с.246-259.
- Королева И.Е., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И. Компьютерная карта районов наибольшего распространения кукурузы. М.: Почвенный ин-т им. В.В.Докучаева, 2003. <http://www.agroatlas.ru>
- Справочник по климату СССР. Вып 13. Ч. 4. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л., Гидрометеиздат, 1968.
- Фролов А.Н. Географическая изменчивость популяционной структуры стеблевых мотыльков (*Ostrinia* spp.) на двудольных растениях-хозяевах и факторы, ее определяющие. / Зоол. журн., 73, 3, 1994, с.47-59.
- Фролов А. Н. Динамика численности кукурузного мотылька и ее прогноз. / Бюлл. МОИП, отд. биол., 111, 1, 2006, с.10-14.
- Фролов А.Н., Серапионов Д.А. Прогностическая модель динамики численности кукурузного мотылька для Кубани: успех первого этапа верификации. // 2-й Всерос. съезд по защите растений. СПб, 5-10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем (Матер. съезда в 2-х томах), СПб, 1, 2005, с.112-114.
- Щеголев В.Н. Кукурузный мотылек (*Pyrausta nubilalis* Hb.). Хозяйственное значение. Экология. Системы мероприятий. Л., ВИЗР, 1934, с.1-64.

Работа выполнена при частичном финансировании РФФИ (грант № 06-04-48265) и USDA, ARS Former Soviet Union Cooperative Program (грант ISTC № 2625p)

Авторы выражают благодарность доц. А.Н.Афонину (СПбГУ) за многостороннюю помощь при проведении данной работы.

Резюме к статье Серапионова Д.А., Фролова А.Н. «Заселенность кукурузы кукурузным мотыльком первого поколения и майские осадки в Краснодарском крае: картирование и анализ с помощью ГИС»

Распространение и численность кукурузного мотылька в сильной степени зависят от увлажненности местности. Целью работы было охарактеризовать пространственную связь колебаний численности кукурузного мотылька первого поколения на кукурузе в Краснодарском крае с майскими осадками при помощи геоинформационных систем. Для анализа использовали данные Краснодарской краевой станции защиты растений и метеорологическую информацию из таблиц ТСХА и Справочника по климату СССР. По результатам анализа выделены восточная и западная зоны Краснодарского края, в пределах которых отмечены существенные различия регрессии заселенности посевов по уровню выпавших осадков. Полученные материалы представляют интерес для разработки более точных моделей прогнозирования динамики численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае.

#### Summary

Serapionov D.A., Frolov A.N. "Maize infestation by the 1<sup>st</sup> generation European corn borer larvae and precipitation in May at the Krasnodar area: GIS mapping and georeferencing"

It is well known that humidity affects population dynamics of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. dramatically. The paper aims to describe spatial regression of maize infestation by larvae of the 1<sup>st</sup> generation on precipitation in May at the Krasnodar area using GIS software. Statistically significant difference appears between regressions built for east and west parts of the Krasnodar area, so our results stimulate interest for development of more exact models for the pest forecasting at the Krasnodar area.