

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

А.Ф. ЗУБКОВ

**АГРОБИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ
НА 80-м ГОДУ СВОЕГО РАЗВИТИЯ
И ЕЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ
В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ АГРОЭКОСИСТЕМ**

**Санкт-Петербург
2015**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 581.55:001

ISBN 978-5-93717-050-7

А.Ф. ЗУБКОВ

**АГРОБИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ
НА 80-м ГОДУ СВОЕГО РАЗВИТИЯ
И ЕЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ
В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ АГРОЭКОСИСТЕМ**

**Санкт-Петербург
2015**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ФАНО РОССИИ)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

АГРОБИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ НА 80-м ГОДУ СВОЕГО РАЗВИТИЯ
И ЕЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ
В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ АГРОЭКОСИСТЕМ

А.Ф. ЗУБКОВ, 2015, с. 115, 10 п.л.

Agrobiogeocenology after 80 year of development and its role in the methodological
natural science agroecosystems. A.F. Zubkov, 2015, p., 115, 10 phrinted sheets

Редактор д.б.н. И.Я.Гричанов

Работа выполнена по Программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК РФ на 2011-2015 гг. (Проблема 05, защита растений) и по проекту № 0665-2014-0009 Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.

Монография предназначена для сотрудников НИИ, профессорско-преподавательского состава и студентов университетов сельскохозяйственного профиля, для агрономов и специалистов службы по защите и карантину растений.

Рекомендовано к печати редакционной коллегией Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений 24 июня 2015 г.

Рецензенты

Василевич В.И., доктор биологических наук, профессор

Родионова А.Е., доктор биологических наук, профессор

В книге поэтапно рассмотрено развитие агробиоценологии как науки с середины 30-х годов прошлого столетия, когда были получены первые относительно полные сведения об агробиоценологических комплексах на полях сельскохозяйственных культур. Результаты работы экспедиции ученых ВИЗР в оренбургской степи в 1935 г. по изучению комплекса вредных и полезных насекомых на сельскохозяйственных посевах в сравнении с окружающими целинными и залежными биоценозами быстро привлекли внимание, поскольку за новый объект исследований был принят агробиоценоз – слагающийся на поле комплекс взаимодействующих организмов.

Со временем в агробиоценологии развилось несколько направлений исследований. В 1-й главе рассмотрен этап физиономического описания агробиоценозов. Экосистемному развитию количественной агробиоценологии – оценке биоценологических связей между компонентами агроценозов, трофической их структуре посвящена 2-я глава. С 1970-х годов начались исследования энергетического потенциала агробиогеоценозов, взаимоотношений между культурными растениями и вредными организмами. Дана оценка комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур на уровне полевых агроценозов (3-я глава).

Агробиоценология стала служить методологически связующей дисциплиной среди сельскохозяйственных наук. В последующих главах обсуждается современное состояние и методологическая роль агробиогеоценологии в естествознании агроэкосистем.

© Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР), 2015

© Инновационный центр защиты растений, 2015

© А.Ф.Зубков, 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Новая книга профессора А.Ф.Зубкова является обзором отечественных теоретических воззрений на агробиоценоз в их развитии и практических исследований в области агробиоценологии, ведущихся во Всероссийском институте защиты растений совместно с некоторыми другими учреждениями страны с середины 1930-х гг. Богатейший фактический материал по этому направлению был опубликован автором в предыдущих монографиях (Зубков, 1995, 2000). Материалы настоящего издания уже публиковались автором в серии статей (2005а, б, в, г, 2014, 2015а, 2015б). Тем не менее, собранные вместе и отредактированные автором, они представляют целостный взгляд А.Ф.Зубкова на проблему в ее современном состоянии и рекомендуются к прочтению.

В книге пять глав. В 1-й главе дана история физиономических описаний агробиоценозов. Показано, что первые описания биоценологических комплексов на примере пшеничных полей были сделаны в 1935-1937 гг. Г.Я.Бей-Биенко и Т.Г.Григорьевой во время организованных ВИЗР экспедиций в районы освоения новых земель в Оренбургской области и Заволжье.

Агробиоценологические исследования были продолжены под руководством Т.Г.Григорьевой вскоре после войны с целью исследований пшеничных агробиоценозов в условиях масштабной распашки целинных и залежных земель в 1950-е гг. в степях Заволжья, Южного Зауралья России и Казахстана. Эти исследования дали новый мощный стимул для развития научной школы. В дальнейшем в лаборатории профессора В.И.Танского была разработана А.Ф.Зубковым (1973, 1973а, 1981, 1995) методология оценки комплексной вредоносности насекомых, фитопатогенов и сорняков в агроценозах пшеницы и всех культур полевого агробиогеоценоза (севооборотной агроэкосистемы) на примерах агроландшафтов Приобской лесостепи, степной зоны Северного Кавказа. Особенно плодотворно изучение агробиоценозов проведено аспирантами и докторантами лаборатории агробиоценологии ВИЗР (рук. лаб. проф. А.Ф.Зубков) в Каменной Степи на стационаре НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева (2-я глава книги). Проведена полная инвентаризация агроценозов всех полевых культур с оценкой вредоносности всех вредных объектов.

В 3-й главе книги обоснован экосистемный статус агробиоценозов и агроэкосистем, представленный видовой, пространственной, временной и функциональной структурами. Прикладное значение агробиоценологических исследований важно не только для защиты растений, но и для земледелия и полеводства (4-я глава), а также для методологии естествознания пахотных земель, описанной в 5-й главе книги, и методологии защиты растений от вредителей, болезней и сорняков (глава 5).

В некоторых главах А.Ф.Зубков затрагивает предысторию становления аг-

робиоценологии в XIX – начале XX столетий. Между тем, ряд ученых (Robert A. de J. Hart, John McConnell Douglas) считают, что зачатки того, что сегодня называют агроэкосистемами или агробиогеоценозами (*sensu* А.Ф.Зубков) существовали еще в доземледельческую эпоху человечества. В англоязычной литературе эти экологические системы называют «лесные сады» (forest gardens) или «агро-леса» (agroforests), которые можно обнаружить даже в наше время в глухих уголках тропического пояса Африки и Азии. Они формировались вдоль покрытых джунглями речных берегов и во влажных предгорьях. В процессе собирательства, – одной из древнейших форм хозяйственной деятельности человека, полезные травянистые и древесно-кустарниковые растения пользовались защитой и уходом со стороны членов древней семьи, а нежелательные виды растений постепенно элиминировались. При большом желании такую первобытную агроэкосистему можно усмотреть и в райском саду (Эдеме), описанном в Библии (Бытие 2:10-17).

В истории экологии одними из первых экологов считаются Аристотель, его последователь Теофраст, – античный основоположник геоботаники (фитоценологии), а также Плиний Старший. В равной степени их можно считать и первыми агроэкологами, так как объектами их исследований являлись, в первую очередь, сельскохозяйственные растения и животные, их болезни, паразиты и вредители, их (аут)экологические потребности и условия их проживания.

Все же, история научных исследований по агроэкологии и агробиоценологии в современном понимании начинается в XVIII веке. Причём, относительно достоверная идентификация объектов научных наблюдений и экспериментов стала возможной только тогда, когда шведский естествоиспытатель и врач Карл Линней создал единую систему классификации растительного и животного мира, в которой были обобщены и в значительной степени упорядочены знания всего предыдущего периода развития биологической науки. Однако, терминологический и понятийный аппарат экологической науки и агробиоценологии в частности, как правильно отметил А.Ф.Зубков, формировался с конца XIX до конца XX века.

Интересно, что сам термин «биоценоз» впервые, по мнению большинства исследователей, был использован в немецкой научной литературе Карлом Мёбиусом только в 1877 году, в дальнейшем наиболее богато трансформируясь в новые термины с новым смыслом в русскоязычной литературе (см. главу 1 настоящей книги). Так появились «искусственный биоценоз» (Бей-Биенко, 1936), позднее замененный им на культурный, вторичный или «агробиоценоз» (Бей-Биенко, 1957), а также «биогеоценоз» (Сукачев, 1942), включающий занятую им территорию, «агробиогеоценоз» (Камышев, 1968), множество терминов с основой «ценоз» и словосочетаний, включающих этот термин. Следует заметить, что

дискуссии о приоритете и смысле того или иного из этих терминов велись только в русскоязычной литературе. Английский язык, ставший в XX веке мировым в науке, развивал свою экологическую терминологию, слабо пересекавшуюся с русской вплоть до 1960-1980-х гг., когда были переведены на русский язык крупнейшие экологические монографии. С 1990-х гг. вплоть до настоящего времени происходит массовый «вброс» англоязычных терминов в русский язык (как правило, путем русификации) без их сопоставления с уже имеющейся русской научной терминологией. К сожалению, новые отечественные словари по экологии механически добавляют новые иностранные слова к уже сложившемуся словарному запасу, окончательно запутывая научную общественность. Здесь не место начинать составление современного тезауруса по агробиогеоценологии (агросинэкологии). Достаточно отметить, что смысл термина «агробиогеоценоз» эволюционировал от Камышева до Зубкова в такой степени, что стал неотличим от смысла термина «агроэкосистема» (Булаткин, Ларионов, 1992; Словарь экологических терминов и определений, 2010). В целом, несомненно, книга послужит дальнейшей унификации агроэкологической терминологии в дополнение к своей ценности как исторического очерка развития отечественной науки.

И.Я. Гричанов, д.б.н., ВИЗР

ВВЕДЕНИЕ

В ВИЗР развито агробиоценологическое направление исследований структурных единиц пахотных земель - агроэкосистем. Изучение полевых комплексов вредных и полезных насекомых началось в середине 1930-х годов в благодатных условиях мощного развития в ВИЗР микологии, фитопатологии, сельскохозяйственной энтомологии (полевая фауна и флора, описание биологии видов, распространение, районирование, мониторинг и прогноз динамики численности вредоносных объектов).

Были изданы первые учебники по вредителям В.Н.Щеголевым, А.В.Знаменским и Г.Я.Бей-Биенко (1934) и болезням культурных растений А.А.Ячевским ("Основы микологии", 1933), Н.А.Наумовым (1926, 1937). В 1931 г. издавался журнал "Экология и биоценология", который сменили сборники "Вопросы экологии и биоценологии" (1934-1939).

"В 1935-1937 гг. Г.Я.Бей-Биенко и Т.Г.Григорьева во время организованных ВИЗР экспедиций в районы освоения новых земель в Оренбургской области и Заволжье первыми установили, что распашка новых земель приводит к глубоким изменениям в структуре фауны. С одной стороны, происходит гибель основной части видов насекомых и обеднение фауны, а с другой - появляются сверхоптимальные условия для размножения отдельных видов. Эти работы способствовали развитию исследований в сфере агробиоценологии (Бей-Биенко, 1936)." Тем самым были заложены основы развития отечественной агробиоценологии.

Т.Г.Григорьева продолжила агробиоценологические исследования, сформировав вскоре после войны лабораторию с целью исследований пшеничных агробиоценозов в условиях масштабной распашки целинных и залежных земель в 1950-е гг. в степях Заволжья, Южного Зауралья России и Казахстана и организации защиты растений в годы массового размножения на новых землях серой

зерновой совки (Григорьева, 1965). "Было показано, что энтомоценоз посевов пшеницы формируется за счет представителей местной фауны, способных адаптироваться к новым условиям (Т.Г.Григорьева, В.Н.Буров, С.Г.Бобинская, В.И.Танский, Т.Н.Жаворонкова, И.П.Заева и др.). Эти исследования дали новый мощный стимул для развития научной школы. Значительный вклад внесен проф. В.И.Танским в разработку агробиоценологического подхода при решении проблемы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов (Танский и др., 1999). В дальнейшем (Зубков, 1995, 2000, 2005а) удалось разработать новый раздел защиты растений - агробиоценологическая фитосанитарная диагностика, который целенаправленно им и представителями его научной школы - А.Б.Лаптиева, А.М.Шпанев, С.В.Голубев и др., успешно развивается в настоящее время. Предложена оценка комплексной вредоносности насекомых, фитопатогенов и сорняков в агроценозах пшеницы и других культур агроландшафта Каменной Степи (Юго-Восток ЦЧЗ)" (Павлюшин, 2009; Новожилов, Павлюшин, 2010, с.12).

Агробиоценологические исследования ведутся в институте 80 лет. Юбилейной дате посвящены относительно полные обзоры результатов изучения полевых биоценозов (Новожилов, Павлюшин, 1999; Танский и др., 1999; Зубков, 2005 б, в, г, д) по основным направлениям исследований:

- развитие науки агробиоценологии как методологической основы защиты растений, формирование целостных агроэкосистем (типа полевых севооборотов) и поиск путей фитосанитарной их модификации и модернизации;

- выявление и оценка биоценологических связей между компонентами агробиоценоза: влияния комплекса вредных насекомых, фитопатогенов и сорняков на формирование урожая сельскохозяйственных культур, роли полевых энтомофагов в динамике численно-

сти фитофагов, моделирования биоценологических процессов.

Экосистемный статус агробиоценозов и агроэкосистем в настоящее время представлен видовой, пространственной, временной и функциональной структурами. Прикладные выходы имеют место не только в защиту растений, но и в земледелие и полеводство. Они в определенной мере отражены А.А.Жученко в теории адаптивного растениеводства при рассмотрении путей биологизации интенсификационных процессов, более эффективного управления "адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценозов и агроландшафтов с целью обеспечения их высокой продуктивности, экологической устойчивости" (2009, т.2, с.28).

Новизна результатов агробиоценологических исследований последнего десятилетия заключается прежде всего в том, что впервые дано полное описание видовой структуры крупного полевого выдела агроландшафта в Каменной степи на примере экспериментального агроэкологического стационара НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева, типичного для условий Ю-В Центрального Черноземья. Изданы монографии А.М.Шпанева и С.В.Голубева по биоценозам проса (Шпанев, 2005), озимых зерновых культур (2008), го-

роса (2009), фауне пауков (Голубев, 2006) Ю-В ЦЧП. На этом материале проверена и оценена вредоносность выявленных видов местной сеgetальной растительности, вредителей и фитопатогенов как в отношении культурных, так и сорно-полевых растений (Жуков, 2004; Шпанев, 2005; Зубков и др., 2005; Шпанев, Голубев, 2008,2009,2010).

Описаны также агробиоценозы посевов Северо-Запада Нечерноземной зоны на Меньковском агроэкологическом стационаре АФИ и садов в крупном садоводческом массиве "Восход" Приладожской зоны (О.Г.Гусева, Т.Н.Жаворонкова, С.Г.Удалов, Н.Л.Жарина, Е.О.Вяземская), а также прифермского севооборота в урочище "Ратовичи" в пойме р. Оять (Субикина, Никитин, 2006), сукцессия ценозов в полосе аварийного отчуждения земель Чернобыльской АЭС (Хохлов и др., 2011).

Накопленные сведения по агрогеобиоценозам позволили по новому взглянуть на естествознание пахотных земель - перейти на агробиогеоценологический уровень понимания их функционирования и развития. Прикладное значение агробиоценологических исследований важно не только для защиты растений, но и для земледелия и полеводства в целом.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АГРОБИОЦЕНОЛОГИИ

Глава I*

ФИЗИОНОМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ АГРОБИОЦЕНОЗОВ

Поэтапно рассмотрено развитие агробиоценологии как сельскохозяйственной науки с середины 30-х годов прошлого столетия, когда были получены первые относительно полные сведения об агробиоценологических комплексах на полях сельскохозяйственных культур. Результаты работы экспедиции ученых ВИЗР в оренбургской степи в 1935 г. по изучению комплекса вредных и полезных насекомых на сельскохозяйственных посевах в сравнении с окружающими целинными и залежными биоценозами быстро привлекли внимание, поскольку за новый объект исследований был принят агробиоценоз - слагающийся на поле комплекс взаимодействующих организмов. Со временем в агробиоценологии развилось несколько направлений исследований. Здесь рассмотрен этап физиономического описания агробиоценозов.

Становление агробиоценологии как науки имеет одну особенность - оно произошло в короткий период времени. В 1935 году в оренбургской степи работала немногочисленная экспедиция Всесоюзного института защиты растений (ВИЗР), в 1936 г. были опубликованы краткие отчеты о результатах ее работы по изучению полевых биоценозов (Бей-Биенко, 1936; Бей-Биенко, Григорьева, Четыркина, 1936; Григорьева, 1936; Игошина, 1936; Кирьянова, Гуревич, 1936). Начатые исследования нельзя было отнести ни к одному направлению или разделу какой-либо существующей сельскохозяйственной дисциплины. Да и в экологии надо было еще поискать достойное место для агробиоценологии, поскольку, хотя сухопутные биоценозы уже изучались, но биоценология сама только развивалась, не охватывая сообщества организмов на полях. Понятие "экосистема" (Tansley, 1935) стало использоваться в нашей стране значительно позднее. Термин "агробиоценоз" уже содержал префикс "агро", что по определению подчеркивало в нем связь живых компонентов с почвой. До становления же биогеоценологии (Сукачев, 1942), экспериментальным разделом которой позже назовут агробиоценологию (Гиляров, 1980а), оставалось еще шесть лет. Сам Г.Я.Бей-Биенко считал, что *"биоценотическое изучение посевов и посадок растений возникло как особое направление в экологии животных"* (1961, с.764).

Значение этих приоритетных работ намного выше - они положили начало новой сельскохозяйственной науке - агробиоценологии, объектом изучения которой стал ранее не выделяемый в качестве природного объекта полевой биоценоз. В настоящее время агроценология представляется как *"все более отчетливо вырисовывающаяся ветвь современной экологии"* (Биоценоз..., 1986, с.3), важное направление защиты растений и биогеоценологии (Гиляров, 1980б). Ее определение вошло в научные словари (Реймерс, 1990). Агробиоценология признана теоретической основой интегрированной защиты растений (Павлюшин, 1999).

Особенность становления агробиоценологии, подчеркну еще раз, в новизне объекта исследований - агробиоценоза - комплекса функционально взаимосвязанных организмов на поле. До этого момента никто не выделял агробиоценоз как самостоятельный объект познания.

Уже сотню лет описывалась энтомофауна полей, в энтомологии накопились сведения о массовых размножениях вредных животных, главным образом насекомых. Земледельцы имели обширные познания о сорных растениях, фитопатологи - о болезнях. Эти многоплановые сведения привязывались в лучшем случае только к той или иной возделываемой культуре, дифференцируясь согласно принятым структурам упомянутых наук.

Г.Я.Бей-Биенко с соавторами впервые

*Вестник защиты растений, 1, 2005.

было показано на примере энтомологических комплексов пшеничных посевов при сопоставлении с ценозами окружающих участков залежных и целинных земель, что на каждом сельскохозяйственном поле формируется агробиоценоз. Пусть он, по мнению авторов, не такой устойчивый, как на целине, разрушенный человеком, сезонный (Бей-Биенко и др., 1936). Агробиоценозы изначально определяются соседними целинными биоценозами и при меньшем числе видов превосходят последние по численности энтомонаселения за счет обилия небольшого числа видов, наиболее приспособленных к условиям обитания на полях. После распашки целины агробиоценозы пшеничных полей формируются быстро - на следующий год - в течение 1.5-2 месяцев. Монокультурные пшеничные агробиоценозы по старопашоте не уступают целинным биоценозам по видовому богатству и стабильности почвенной фауны. В ряде случаев за счет иммигрантов пшеничные поля по видовому разнообразию беспозвоночных превосходят целинные участки (Тишлер, 1971).

Наиболее обильны залежные биоценозы (особенно старая залежь) как по числу видов, так и по численности их особей. На пырейной и бурьянной залежах наблюдается возрастание плотности отдельных видов, тогда как на устойчивом в течение всего сезона целинном участке виды представлены сравнительно равномерным числом особей. Агробиоценоз пшеницы характерен сезонностью. На пшеничном поле ни одна из сравниваемых систематических групп насекомых как обитателей травостоя, так и почвы, а также нематод (Кириянова, Гуревич, 1936) по численности особей не превзошла другие стадии. Исключение составили отдельные виды - гусеницы зерновой совки *Hadena sordida*, *Trygonotylus ruficornis*, личинки трипса *Haplothrips tritici*, за счет которых резко возрастала общая численность энтомонаселения. По составу почвенного населения все стадий были близки между собой и устойчивы в течение сезона.

Резкое колебание численности отдельных

видов на залежах обусловлено характером растительности, когда на пырейной залежи, например, по существу травостой нацело складывается из одного пырея *Agropyrum repens* (Игошина, 1936). Здесь и доминируют *Meromysa saltatrix* и *Poeciloscytus vulneratus* (Бей-Биенко и др., 1936; Григорьева, 1936).

Посевы пшеницы характеризуются своеобразной и относительно устойчивой фауной беспозвоночных (около 20 общих видов вредителей растений, хищников и др.), повторяющейся от поля к полю на значительной территории областей и регионов при ярко выраженном в отличие от целинных сообществ доминировании по численности немногих видов (Бей-Биенко, 1939). Были проведены подробные почвенные и геоботанические описания растительности на участках целины и нескольких типах залежей, соседствующих с пшеничными полями (Игошина, 1936). В отношении сорнополевой растительности на полях приведены краткие сведения - только доминирующие виды сорняков (Бей-Биенко, 1939). Особая роль отводилась изучению фауны степных злаков. Описан ряд новых видов - потенциальных вредителей пшеницы при распашке целины (Григорьева, 1936).

До упомянутой экспедиции ВИЗР не существовало ни одного описания агробиоценоза, тем более в сравнении с составом окружающих биоценозов. Из просмотренных Г.Я.Бей-Биенко работ, посвященных биоценозам, нет ни одной по характеристике посевов сельскохозяйственных культур: "совершенно изумителен тот факт, что даже посевы пшеницы... ни в одной стране не изучались как особые растительно-животные сообщества, как особые биоценозы" (1939, с.124). Можно добавить, что в других странах успехи в изучении полевых сообществ были весьма скромными и в более поздние годы. Большинство экологов не вышло еще из рамок прикладной энтомологии и зоологии, хотя и различало и "первичные" естественные, и поддерживаемые деятельностью человека "вторичные жизненные сообщест-

ва" (Фридерикс, 1932). Отдельные экологи (Shelford, 1912) вообще считали исследования вторичных жизненных сообществ, возникающих на пахотных землях, бесполезными для познания природы.

Последовали **методологические заключения**: 1) *"проводившиеся прежде исследования касались только отдельных частей биоценоза и не могут быть отнесены к ряду биоценологических исследований"* (Г.Я.Бей-Биенко, 1936, с.75) и 2) *следует исходить из того, "что посевы каждой сельскохозяйственной культуры представляют собой своеобразные искусственные биоценозы, характеризующиеся строго выраженным комплексом обитателей из числа представителей животного царства"* (там же, с.123).

В последующих публикациях Г.Я.Бей-Биенко полевые сообщества определяет как "вторичные или культурные биоценозы", которые удобно называть "агробиоценозами" или для краткости "агроценозами", рассматривая под агробиоценозом сообщества каждого посева, каждого поля, огорода (1957, 1961), не меняя эту свою точку зрения и в дальнейшем. Тем самым он надолго предопределил понимание агробиоценоза в границах одного поля, закрепив за агробиоценозом неполноту свойств, присущих однопольным одногодовым агроценозам.

Выражая свое отношение к первому заключению, отмечу излишнюю его категоричность, тем более, что оно сделано на первом этапе на основе характеристики, главным образом, энтомоценоза и *"целого ряда видов, которыми можно охарактеризовать тот или иной биоценоз"* (Бей-Биенко и др., 1936, с.79). Изучение крупного комплекса взаимодействующих организмов может пролить свет на особенности функционирования всего агробиоценоза. К биоценологическим исследованиям также нельзя не отнести изучение биоценологических связей - взаимодействий между особями видов в ценозе. Иное дело, когда рассматриваются только фаунистический или флористический комплексы без характеристики взаимоотношений видов, но это - сфера других дисциплин. Биоце-

нологические знания о взаимодействии компонентов агробиоценоза постепенно пополнялись как до, так и после рассматриваемого периода, претерпевая свою логику развития. В частности, много сведений о взаимодействиях видов ушло в популяционную биологию и там "пропало", поскольку были использованы только в одностороннем порядке - как факторы, определяющие численность популяции того или иного вида, а редуccionистская методика сбора данных не позволяет вернуть их в биоценологию.

Проведенные исследования агроценозов пшеничных полей соответствовали тем задачам, которые ставились в нашей стране в те годы перед наукой. ВИЗР от изучения отдельных вредителей перешел к исследованиям комплексов вредителей и болезней культур, работа экологических лабораторий института была организована "на началах комплексности" (Зеленухин, 1936). Кроме научных ставились практические задачи: разработать биоценологические показатели (стационального распределения, потенциальной и фактической вредоносности) при районировании территории в отношении сельскохозяйственных вредителей и болезней (Щеголев, 1935), определить комплекс вредителей, могущих угрожать посевам на вновь осваиваемых землях (Бей-Биенко, 1936). С позиции активного вмешательства в природу ставилась задача построения *"новых биоценозов для удовлетворения тех или иных хозяйственных целей"*, поддерживая искусственные биоценозы в сельском хозяйстве своим трудом в состоянии нужной продуктивности и используя силы самой природы (Троицкий, 1932, с.XIV, с.117).

Пользуясь современной терминологией, можно сказать, что в эти годы был совершен прорыв в представлениях о формировании сообществ (ценозов) организмов с регулярными биоценологическими связями на посевах культурных растений. Сформировалось отношение к комплексам организмов, развивающихся в условиях деятельности человека, как к биоценозам вторичным, искусственным, культурным, агроценозам или агро-

биоценозам (Гиляров, 1945).

Основной методологический вывод, который можно сделать на основании пионерных работ ВИЗР по изучению полевых комплексов членистоногих и растений, заключается в том, что состоялся новый подход к исследованиям полевой фауны и флоры - на уровне агробиоценоза как комплекса функционально связанных организмов на поле.

Ведущиеся с 1930-х годов исследования по формированию почвенных комплексов организмов (Фридерикс, 1932; Гиляров, 1949, 1965), которые оформились позднее в отдельную область биологии - педобиологию (Алейникова, 1964; Тишлер, 1971; Стебаев, 1976; Чернова, 1977), нашли преемственность в агробиоценологии (Григорьева, 1950). Зональная специфичность почвенных животных, свойственная разным типам почв, позволившая М.С.Гилярову разработать зоологический метод диагностики почв, нашла отражение на землях сельскохозяйственного пользования. В целом почвенная фауна агроценозов, как и диких биогеоценозов, сохраняет свои различия в зависимости от типов почв и их гумусности (Алейникова, 1976). Рассмотрены сукцессионные изменения в агроценозах напочвенных и почвообитающих животных в сторону снижения видового разнообразия и повышения численности зоонаселения по сравнению с дикими биоценозами (Мордкович и др., 1984). Из частностей можно отметить резкое увеличение в полевых ценозах численности и разнообразия такой тестовой группы хищников, как жуужелицы, и снижение этих показателей в группе крупных сапрофагов (Титова, Жаворонкова, 1965; Мордкович и др., 1984).

На пахотных землях понижается доля сапрофагов. Отличительной особенностью пахотных почв является также малая численность или отсутствие дождевых червей. В то же время плотность микроартропод в паханных растительных остатках превышает все максимальные показатели диких биоценозов (Чернова, 1982). Под влиянием удоб-

рений (как органических, так и минеральных) обилие почвенных членистоногих, по данным ряда авторов, значительно возрастает, тем самым компенсируется снижение численности от агротехнических мероприятий.

Агробиоценологические исследования были интенсивно продолжены через 20 лет с участием главным образом ученых ВИЗР в условиях уникального экологического "эксперимента" - освоения целинных и залежных земель в казахской степи (1954-1962 гг.). Была прослежена динамика формирования пшеничных агроценозов после разрушения целинных сообществ. На первом этапе в течение непродолжительного времени черты агроценоза складывались за счет выживших и иммигрировавших с окрестных территорий представителей местной фауны. Сорная растительность формируется также за счет местной флоры, включая запасы семян сеgetальных растений на целине (Григорьева, 1962). Число целинных видов как общее, так и доминантов сокращалось на полях более чем в два раза, но численность последних возрастала примерно в 3 раза, а наиболее приспособленных к условиям пшеничных полей 2-3 видов фитофагов - в десятки и сотни раз.

Сходные с процессами перестройки распаханной целины изменения происходят на землях, осушенных и вовлеченных в сельскохозяйственное использование.

На втором этапе протяженностью несколько лет при бессменных посевах пшеницы происходило обогащение агроценозов за счет видов сорных растений и беспозвоночных. По видовому обилию некоторых групп насекомых, например жуужелиц, пшеничные агроценозы превосходили целинные и приближались по составу и численности населения к ценозам старопашотных земель. Численность наиболее массовых видов растительоядных понизилась, соотношение числа особей хищников/жертв возросло, что повысило регуляцию агробиоценозов (Бей-Биенко, 1957, 1961; Григорьева, 1960).

Особый интерес представляют материалы по изучению строения агроценозов на старопахотных землях. В казахских степях видовой состав насекомых целинных стадий и полей пшеницы на старопахотных землях одинаково разнообразен и составляет около 200 видов. Сопоставима и общая численность членистоногих в травостое пшеницы по старопахоте с таковой на целинных участках. Более того, по общему обилию членистоногих сопоставимыми оказались между собой оренбургские и казахские степи, как целинные их стадии, так и стародавние поля под пшеницей. При этом наблюдалось компенсирование обилия одних групп фауны другими. Подтвердилось отмеченное ранее основное свойство агроценозов - постоянство и типичность состава организмов во времени и пространстве. Как общий итог, можно привести вывод Т.Г.Григорьевой (1965): у агробиоценозов не было выявлено принципиальных отличий в сложении от природных биоценозов. Позже это будет названо "правилom агроценотической сукцессии" (Мордович и др., 1984).

Академик М.С.Гиляров отмечает и для других регионов страны сходные закономерности изменения фауны почвообитающих членистоногих на старопахотных полях по сравнению с целинными участками. На обширных пространствах наблюдается постоянство состава ценозов злаковых, бобовых и других полевых культур (Нефедов, 1953; Boness, 1958; Тишлер, 1971; Бодренков, 1974). Более того, М.С.Гиляров (1943) показал сходство общего построения комплексов вредителей пшеницы Европейской части СССР и Северной Америки несмотря на имеющиеся различия в видовом составе.

Т.Г.Григорьева, рассматривая процессы формирования пшеничных агробиоценозов, выделяет, по сути дела, два их типа. Агробиоценоз, формирующийся на поле севооборота, и агробиоценоз поля, на котором возделывается монокультура. У первого со сменой сельскохозяйственной культуры сукцессия ежегодно прерывается и проявление механизмов

самоорганизации сообщества здесь ограничено. У второго нет препятствий для протекания природных процессов естественной сукцессии и возникновения механизмов регуляции. Стабилизация агробиоценоза проявляется в увеличении разнообразия видового состава, снижении численности видов, в повышении относительного обилия хищных и снижении давления растительноядных видов на культуру (Григорьева, 1968).

Различиями агроценозов этих двух типов можно, вероятно, объяснить диаметрально противоположные аналогии, когда агробиоценозы сравниваются то с сообществами пионерного и островного типов, то с биоценозами в стадии климакса, характерными преобладанием немногих видов. В связи с этими же различиями между агроценозами полей севооборота и поля монокультуры существуют противоречивые точки зрения на саморегуляцию агробиоценозов.

Крупные программы испытания защитных мероприятий, как и внедрение в полеводство новых технологий возделывания культур сопровождалось агробиоценологическими наблюдениями агробиоценологов. Так было при массовом внедрении хлороорганических инсектицидов в защиту растений, при распашке целинных земель, внедрении противозерозионной (почвозащитной), парозерновой, пропашной систем земледелия, интенсификации сельского хозяйства с помощью использования химических средств. Было показано, в частности, что замена отвальной пахоты поверхностными безотвальными обработками почв, как и 3-4-летняя монокультура пшеницы в парозерновых севооборотах с короткой ротацией культур, не ведет к возрастанию угрозы урожая со стороны сельскохозяйственных вредителей. Наоборот, происходит увеличение на 20-30% биомассы гетеротрофов, видового разнообразия и стабилизация фитосанитарного состояния посевов со смещением соотношения хищник/жертва в лучшую сторону (Григорьева, Жаворонкова, 1973). После некоторых колебаний в первые годы после вне-

дрения поверхностных обработок агроценозы стабилизируются на уровне, *"мало отличающемся от уровня, характерного для традиционной системы обработок почвы"* (Танский, Чумаков, 1984; Танский, 1997, с.256). В то же время размещение пшеничных полей большими массивами в Ставрополье в начале 1980-х годов (до 1.5-2 тыс. га) приводило к снижению зараженности паразитами яиц хлебной черепашки первого поколения, создавая тем самым предпосылки к вспышке ее размножения (Глебов, 1993).

Также "легко" агробиоценозы регулируют последствия внесения удобрений. Так, при некотором влиянии на развитие фитофагов и фитопатогенов, удобрения в обычных дозах не вызывают, как правило, существенного ухудшения фитосанитарной обстановки (Танский и др., 2001). Если высокие дозы азотных удобрений и приводят к увеличению численности листососущих вредителей, то вслед за этим возрастает плотность их хищников, и обстановка приходит в норму. Профессор В.И.Танский делает важный вывод: *"простое изменение технологии возделывания сельскохозяйственных культур не дает ожидаемого эффекта"* (1997, с.256). Вывод дискусионен, но он справедливо ставит заслон перед голословными, скороспелыми, спекулятивными суждениями о роли агротехнического фактора в оптимизации фитосанитарного состояния посевов. Требуются дополнительные моделирующие воздействия на агробиоценозы, в т.ч. специа Новожилов лизированными средствами защиты растений.

В литературе имеются указания на глубокое и длительное снижение численности энтомофагов после обработки инсектицидами больших площадей, в то время как плотность фитофагов (правда, не всех) восстанавливается или переходит уровень в контроле через какой-то более короткий отрезок времени. Большая часть примеров относится к садам или сообществам, в которых среди фитофагов преобладают поливольтинные виды, дающие несколько поколений в год. Обра-

ботка же небольших площадей имела иные следствия: фауна хищных членистоногих быстро восстанавливалась и размножения вредных видов не происходило. Способ несплошной обработки посевов, несомненно, может быть отнесен к приемам интегрированной борьбы как сочетание химических мер защиты растений с природными регулирующими факторами (Зубков, Титова, 1976; Зубков и др., 1986). Имеются также сообщения, что после однократного применения инсектицида видовое разнообразие увеличивалось (Кросли и др., 1987). Большая часть сообщений содержит нейтральные оценки: снижается численность и фитофагов, и их хищников, которая восстанавливается в зависимости от инсектицида и сроков его применения. Умеренное применение инсектицидов как на полях (Заева, 1965), так и в садах (Толстова, 1984) не нарушает естественную регуляцию вредителей. В результате фитофаги оказываются под двойным прессом - химическим и естественных врагов (Танский, Мамедов, 1992).

При разработке интегрированной защиты хлопчатника от вредителей в Северном Афганистане и Средней Азии (Столяров и др., 1974; Сугоняев, 1979) были получены свидетельства существенной саморегуляции агробиоценозов при отказе от чрезмерного опыления посевов хлопчатника инсектицидами: резко снизили объемы обработок - улучшилась фитосанитарная обстановка. На небольших участках, засеянных хлопчатником и окруженных разнообразной растительностью межей и арыков, более 70% видов составляют полезные насекомые при высоком видовом разнообразии (свыше 300 видов) членистоногих, чему способствовала, безусловно, иммиграция зоофагов с окрестных стадий. Проведения мероприятий по защите хлопчатника здесь не требуется (Сугоняев, Камалов, 1976).

Имеется ряд примеров успешной интродукции полезных видов в садовые биоценозы с описанием последних. Проводился биоценологический анализ последствий выпуска фитофагов в рудеральные ценозы, коло-

низации энтомофагов в полевые ценозы (Надыкта, 1999). Существенное продвижение произошло в разработке мер активизации зоофагов в полевых ценозах и биоценологической оптимизации тепличных экосистем (Павлюшин, 1998). Растет число случаев применения биологических агентов против полевых вредителей ценных культур, описание их агроценозов с учетом влияния соседних полей (Коваленков и др., 2004). Однако большая часть испытаний многообразных приемов и средств биологической защиты посевов от вредных объектов проведена без изучения биоценологических последствий, как и при внедрении новых устойчивых сортов сельскохозяйственных культур. Четко наметился переход к экологизированной защите растений с эколого-биоценологической концепцией и стратегией долгосрочного управления агроэкосистемами (Новожилов и др., 1993, 1995; Соколов, 1996) с использованием приемов и средств биологической защиты (Соколов, Коробской, 1996; Павлюшин, 1997) путем конструирования экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов (Жученко, 1993).

В методологическом плане все рассмотренные выше работы, составляющие фундаментальную основу современных знаний об агробиоценозах, относятся (исключая малое число публикаций по вредоносности организмов) к физиономическому (описательно-фаунистическому) направлению биоценологических исследований. Это направление в биоценологии основывается на морфологической характеристике этих сообществ - определении видового состава (физиономии) выделенных единиц, зависящей от преобладания тех или иных видов (Кашкаров, 1933) и пространственном подходе к изучению сообществ - выделению однородных группировок, ярусов, синузий как структурных элементов биоценоза (Викторов, 1960).

Подчеркивалось, что для характеристики сообщества непригодны признаки местообитания, необходимо исходить из самого населения (Беклемишев, 1931). Однако проблема

выделения однородных биоценологических группировок или единиц в биоценологии слабо разработана и в настоящее время. Можно отметить случай описания биоценологической структурности - афидоценокомплекса (Лахидов, 1997), устойчиво функционирующего на основе тесного трофического взаимодействия тлей, кормовых растений и афидофагов на полях и окружающих их лесонасаждений.

Приняв за агробиоценоз комплекс организмов, слагающийся в границах поля (посева), агробиоценологи отмежевались от этой проблемы (выделения биоценологических группировок) и избежали методологических споров, которые бурно велись в геоботанике. В то же время в агробиоценологии слабо используются специальные методы сравнения и выделения сообществ, применяемые в биоценологических и геоботанических исследованиях. Предстоит большая работа по классификации агробиоценозов на основе совместного флоро-фаунистического их описания. Постоянным напоминанием о важности этого направления звучат слова Г.Я.Бей-Биенко (1961, с.764) о том, что *"работ, охватывающих всю или значительную часть фауны агробиоценозов, все еще очень мало"*, отсутствуют биоценологические описания посевов даже основных сельскохозяйственных культур. Однако биоценоз часто рассматривается как удобная форма описания животного и растительного мира, что относится уже к "количественной фаунистике" (Викторов, 1960).

Геоботаники внесли заметный вклад в развитие агробиоценологических представлений. Сорно-полевую растительность они давно стали воспринимать вместе с культурными растениями как растительные сообщества (Сукачев, 1910; Braun-Blanquet, 1928; Комаров, 1935). Появился термин "агрофитоценоз" (Козо-Полянский, 1932). Однако, как отмечает Н.С.Камышев (1939), в большей части ранних работ авторы только обозначили свое положительное отношение к изучению полевых фитоценозов, описание

которых началось много позже. Ряд геоботаников того времени так и не приняли посевы сельскохозяйственных культур за настоящие растительные сообщества, уподобляя их "толпе случайных зевак", которая, будучи разогнанной, уже не соберется в прежнем составе (Пачоский, 1917, с.180). Если учесть, что этими "остроумными аналогиями" некоторые геоботаники умилялись и много позже, то объяснимо, почему так удивительно мало уделялось внимания сложению агрофитосообществ. За сходство пашенных сообществ растений с дикими позже выступили Н.С.Камышев (1939), М.В.Марков (1967,1972), А.А.Часовенная (1975), считая ведущим фактором их организации взаимоотношения между компонентами. Последнее другие отрицают (Гродзинский и др., 1991), ссылаясь на специфику агрофитоценозов и признавая определяющим только факторы среды. Экспериментальных свидетельств ни той, ни другой точки зрения не приводится. И первые и вторые под агрофитоценозом понимают однолетнее или многолетнее сообщество организмов, образующееся на одном поле.

На Первом межвузовском совещании по агрофитоценологии в Казанском университете в 1967 г. агрофитоценозу как составной части агробиоценоза был придан статус фитоценоза естественных биогеоценозов, а сама агрофитоценология провозглашена разделом геоботаники-фитоценологии. Позже агрофитоценологию стали именовать самостоятельной сельскохозяйственной дисциплиной. В то же время геоботаниками фитоценоз воспринимается как условное понятие - *"контур, характеризующийся определенным сходством растительности"* (Василевич, 1983, с.40), удобное для ее описания с той или иной целью. Не обращая внимания на очевидную условность агрофитоценоза, сторонники агрофитоценологии продолжают, повторяюсь, на таком агрофитоценозе надстраивать агробиоценоз новыми блоками - педофауной, энтомо- и микробиоценозами и другими компонентами. Методологические следствия такого конструирования условно-

стей мало результативны, а попытки представить агробиоценологию наследницей агрофитоценологии (Камышев, 1971) выглядят слишком смелыми.

Работы агрофитоценологов результативны, в основном, в области классификации сорной растительности. Наиболее успешно эта работа была проведена в Татарии, Башкирии, на Верхней и Средней Волге. В последнее десятилетие типизация полевой растительности стала вестись не по культуре-эдикатору, а по видам сорно-полевой (сегетальной) растительности - индикаторам условий произрастания растений. Примеры изучения фитоценологических взаимодействий растений на полях крайне редки. Агрофитоценология продолжает иметь, за малым исключением, описательную флористическую направленность.

Следует выделить исследования, основанные на консорционном уровне. По определению Н.В.Беклемишева (1951), на каждом растении образуется консорция из связанных с ним трофически и форически особей других видов (фитофагов, фитопатогенов, поселяющихся здесь же хищников и т.п.). Консорции объективно существуют в агроценозе, как и каждое из растений являются его объект-системами. Консорция - недостроенный дом растения, в нее по определению не включена абиотика, поэтому делались попытки назвать ее с абиотическим окружением "ценекулой" или "икоидом", но эти определения не прижились. Консорции изучаются на аутоэкологическом уровне во взаимодействии с окружающей средой.

Определение "видовая консорция", как и иные названия консорции, - это уже область гносеологического упорядочивания знаний. Потребовалась классификация самих определений консорций - так много их было предложено, включая и неполные консорции, в т.ч. понятия "триотроф" - "совокупность трех основных структур: растений, консументов 1-го и 2-го порядков" (Воронин и др., 1999, с.68); Теоретические основы..., 2004) и "патосистема" - комплекс, вклю-

чающий хозяина и всех его вредных (конкурентных) агентов (видов) (Соколов, Филиппчук, 1997) или "диотроф" типа "паразит-хозяин". Протекающие в агроценозах процессы - эпифитофагический, энтомофагический, эпифитотитический и другие - нередко принимаются за структурные образования. За изначальным определением объективно существующей консорции закреплен, кстати, термин "индивидуальная консорция".

Консорсионный подход используется при изучении иммунологических свойств сортов растений. Через описание консорций также, по сути дела, шло и идет качественное описание агроценозов. Однако получить на консорсионном уровне количественные оценки биоценологических связей не удастся, поскольку при этом невозможно учесть взаимодействие в сообществе между центральными консортами (растениями или животными), что приводит к малой результативности оценок роли других консорбентов, например при определении вреда от насекомых. Как известно, снижая продуктивность одного растения, фитофаг способствует росту продукции соседнего неповрежденного растения. Без учета этого обстоятельства все попытки провести реалистичные оценки несостоятельны. Следовательно, экспериментальные исследования целесообразно проводить на группе взаимодействующих консорций, что всегда имеет место при проведении учетов на единице площади посева. Наименьшей группировкой растений признана растительная ценоячейка В.С.Ипатова (1966) - группа растений, в которой происходит непосредственное взаимодействие (интерференция) каждого растения со всеми остальными. На ней поселяются гетеротрофы, образующие свои ценоячейки. Этот минибиоценокомплекс вместе с окружающей абиотической средой назван мной агроценоконсорцией (Зубков, 1995). Только на уровне агроценоконсорций можно получить реалистичные количественные оценки биоценологических связей, включая их изменения в агроценозе при внедрении нового сорта.

По отношению к агробиоценозам человек

рассматривается чаще как их создатель: человек создает комплекс видов - вторичный биоценоз с характерными чертами растительного покрова, который складывается обычно из одного вида и устойчивость которого определяется человеком (Бей-Биенко, 1957). Агрофитоценоз - продукт человеческого труда, его видовой состав в полной мере зависит от произвола человека (Марков, 1974; Гродзинский, 1979; Уразаев и др., 1996). Из этих представлений неизбежно должны последовать и последовали суждения об искусственности агробиоценозов и даже почв (есть и такое мнение), на которых они образуются.

Однако как коренные биоценозы, так и вторичные агробиоценозы формируются в процессе естественного отбора в результате острой борьбы видов за существование. Хозяйственная деятельность человека для комплекса организмов и в первых, и во вторых биоценозах является лишь добавочным мощным фактором естественного отбора. Искусственный отбор в полеводстве имеет место только при селекции сортов сельскохозяйственных культур. Возделываемые сорта сами подпадают под естественный отбор и деградируют по хозяйственно-полезным признакам, являясь в то же время для других полевых обитателей одним из факторов естественного отбора.

Главное отличие агробиоценоза от диких биогеоценозов не в нем самом, а в условиях его существования - в добавочной к природным факторам антропогенной деятельности человека (энергия плуга, интродукция семян культурных растений, удобрения, пестициды и др.). Антропогенный фактор модифицирует агробиогеоценоз, давит "крестьянским сапогом" на все его элементы - почву, растения, фитофагов, зоофагов, сапрофагов, микроорганизмы в т.ч., что не может не привести к определенной его стабилизации. Фитосанитарная обстановка в целом также должна постепенно стабилизироваться, что можно видеть в масштабе целых регионов. Приведем сравнения. По данным Р.В.Наумова (1975), за 30 лет наблюдений в Ульяновской

области отмечено 74 вспышки размножения главных вредителей (непарного шелкопряда - 39, златогузки - 19, кольчатого шелкопряда - 8 и зеленой листовёртки - 8). Случаи синхронных вспышек размножения листогрызущих насекомых в лесах и березовых колках Западной Сибири (до 10 видов чешуекрылых и 4 видов пилильщиков) довольно часты и заканчиваются полным объеданием листвы деревьев (Коломиец, Артамонов, 1985). В те же годы в этих регионах среди вредителей сельскохозяйственных культур отмечены буквально единичные массовые размножения отдельных видов вредителей. В Восточной Сибири за 50 лет наблюдений за вредителями сельскохозяйственных культур зафиксировано только 4 вспышки лугового мотылька, в Западной Сибири за последние 20 лет - одна.

Человеку, правда, не нравится и эта ситуация в агробиоценозах. Ежегодное объедание листовой поверхности у деревьев в лесу на 50-70% принимается им как должное, а повреждение листьев у сельскохозяйственных культур (в большинстве случаев совершенно безвредное) вызывает уже тревогу и призыв к решительным химзащитным действиям. Частые ссылки на гибель всходов культурных растений от вредителей на деле оказывались поспешными выводами или прямым сокрытием агротехнических неудач. Однако агробиоценоз за это не в ответе, как и за создание целой индустрии производства пестицидов и чрезмерное их применение.

Признание человека "*лишь мощнейшим экзогенным фактором*" (Сукачев, 1974, с.10) антропогенного воздействия - добавочным фактором естественного отбора, на фоне которого формируются и развиваются агроценозы, - является **важным методологическим выводом** из истории познания агробиоценозов.

Полученные результаты составили фундаментальную основу агробиоценологических знаний, свидетельствующих о формировании на пахотных землях естественных физиономически отличимых биоценологических структур

в условиях добавочного влияния антропогенного фактора. Агроценозы, ежегодно образующиеся на посевах той или иной сельскохозяйственной культуры, физиономически стабильны в пределах крупных регионов, природно-климатических зон и даже континентов. Это один из основных содержательных выводов первого этапа агробиоценологических исследований.

И все-таки основным отличительным от первичных биогеоценозов свойством у агробиоценозов большинство авторов считает слабую степень их саморегуляции. Агробиоценозы, по общему признанию (Бей-Биенко, 1957; Гиляров, 1963, 1984; Григорьева, 1965; Заславский, Сугоняев, 1967; Тишлер, 1971; Фадеев, 1981; Сытник и др., 1987; Кросли и др., 1987; Чернышев, 1994; Вронский, 1996; Соколов, 1999), обладают пониженной способностью саморегуляции идущих в них биоценологических процессов.

Еще раз отмечу, что все выше рассмотренные опубликованные сведения и суждения относительно полевых агробиоценозов относятся к сообществам организмов **одного поля**, так как именно оно являлось предметом агробиоценологических исследований. Карта посевных площадей хорошо заметна, поэтому территориальная протяженность агробиоценоза, прежде всего, ассоциируется с границами одного поля. Однако полевой ценоз ежегодно разрушается в значительной мере, формируется также в течение одного года, и, конечно, не отвечает понятию саморегулирующегося биогеоценоза. В то же время агроценоз на поле устойчиво восстанавливается всегда с чертами видового состава гетеротрофов, присущими ценозам той или иной возделываемой культуры. Очевидно, агробиогеоценоз - образование более широкое, чем одно поле. И саморегуляция происходит на его уровне, а не на уровне однополевого ценоза.

Затянувшаяся дискуссия относительно свойств саморегулирования агробиоценоза была разрешена концептуально. Достаточно принять во внимание гипотезу об агробиоген-

оценке большей протяженности, чем одно поле, например развивающегося на территории многопольного полевого севооборота как *"Элементы саморегуляции в агробиоценозе отчетливо проступают, если под таковым понимать не ценоз отдельного поля или культуры, начальное развитие которого обычно ежегодно кончается катастрофой, а биоценоз всего севооборота с пограничными и внутренними участками естественной растительности"*. В таком агробиоценозе наряду с биогеохимическим "вертикальным" круговоротом вещества циркулирует добавочный круговорот горизонтальный - происходит перемещение комплексов организмов вслед за движением по территории соответствующей сельскохозяйственной культуры (Зубков, 1968, с.43). На основе этого теоретического допущения уже возможно единение взглядов на существо агробиоценоза, развивающегося на территории севооборота, где происходит интенсивный обмен между полями животными и сорными растениями (Зубков, 1970). Многие высказывания в этом случае о несоответствии агробиогеноза коренному биогеоценозу теряют смысл. Основные черты полноценного биоценоза - его саморегуляция и самоорганизация - проявляются и в условиях действия агроантропогенного фактора.

Степень самоорганизации агробиоценозов, саморегуляции (самоподдержания) идущих в них биогеохимических процессов измерить непосредственно невозможно, но можно выразить посредством соподчиненного свойства - их стабильности. Проведенный поиск показал, что агробиоценозы по стабильности и видовому разнообразию сопоставимы с биоценозами, получающими дополнительную энергию при разливе рек или с морскими приливами (Зубков, 1995). Хотя не доказано, что видовое разнообразие диких экосистем связано напрямую с их устойчивостью и стабильностью (Ryszkowski, Zyczynska-Baloniak, 1985), повышение его в агроэкосистемах и агроландшафтах желательно с позиций роста качества биопродукции и сохранения природ-

ного генофонда.

Нет решительно никаких оснований считать целостный агробиоценоз менее стабильным, менее устойчивым и, следовательно, менее саморегулируемым, чем местные первичные биоценозы, если не принимать за таковой агробиоценоз отдельное поле. Нет методологических оснований относиться к агроценозам как к уязвимым экосистемам, на которые не стоит тратить силы и средства с целью их изучения и последующего управления.

Физиономическое направление в агробиоценологии далеко не исчерпало себя. Дальнейшее развитие получили исследования полевых комплексов редуцентов органического вещества в почве и на ее поверхности. Выполнены исследования комплексов организмов, оказывающих потенциально регулирующее влияние на вредителей культурных растений, а также исследование влияния условий интенсивного земледелия на группы гетеротрофов (Танский и др., 2001, 2003).

Лучше всего, естественно, изучен агроценоз пшеничных полей. Ему посвящены книги, конференции, сотни публикаций. В биоценологическом плане он описан как в физиономическом, так и в фитосанитарном отношениях (Биоценоз..., 1986). Однако изучен он по частям. Даже для него не существует сколько-нибудь полной характеристики на уровне статистической модели конкретного поля или математической модели регионального пшеничного агроценоза.

Важнейшие задачи, стоящие перед защитой растений, связаны с дальнейшей разработкой и практической реализацией развиваемой в нашей стране стратегии "фитосанитарной оптимизации растениеводства". В условиях интенсивного адаптивного растениеводства решение задач защиты растений невозможно без изучения структуры и функционирования агробиоценозов разного уровня сложности, изучения и компьютерного моделирования агробиоценологических процессов, без стабилизации фитосанитарной обста-

новки (Новожилов, 1996,1997; Новожилов, Павлюшин, 1999).

Так, в последние годы существенное продвижение произошло в описании агробиоценозов полевых севооборотов ЦЧП (Лахидов, 1997; Лаптиеv, 2003) и крупных массивов насаждений плодовых культур (Ниязов и др., 2004). Организована работа на агроэкологических стационарах при НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева - "Каменная Степь" (Воронежская обл.), ВНИИМЗ - "Губкино" (Тверская обл.), АФИ - "Меньково" (Ленинградская обл.), на которых ведется контроль за видовым разнообразием полевых агроценозов экспериментальных севооборотов, динамикой численности и вредоносностью основных составляющих их видов. На юге России организованы региональные агроландшафтные стационары Газырский на Кубани и Шпаковский

на Ставрополье.

В заключение при рассмотрении первого этапа становления агробиоценологии нужно отметить самое главное - готовность агробиоценологии по сумме накопленных знаний к развитию иных, кроме физиономического, направлений исследований - трофоструктурного, информационно-статистического и других, а также к выполнению задач, стоящих перед современной биогеоценологией и защитой растений.

К таковым относятся повышение видового разнообразия экосистем и биологической активности почв, более полное использование естественных регуляторных механизмов, создание ценотических группировок и организация (конструирование) целостных биоценологических систем на базе севооборотов, управления агроэкосистемами в фитосанитарном отношении.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY

The development of agrobiocenology as a science is considered by stages since the mid 30-s of the last century when first relatively complete data on agrobiocenological complexes on field crops were obtained. In 1935, in the Orenburg steppe, a study of complexes of noxious and beneficial insects on cultivated lands compared with neighboring virgin and long-fallow ecosystems was conducted by the team of scientists from VIZR. The results of this study have soon attracted considerable attention in so far as it focused on agrobiocenose as a major subject of investigation. It was considered as a complex of interacting organisms formed on a field crop. With time, several major lines of research have been developed within agrobiocenology. The first part of the article is dealing with the stage of physiognomic description of agrobiocenoses.

Глава 2*

ЭКОСИСТЕМНОЕ РАЗВИТИЕ АГРОБИОЦЕНОЛОГИИ

В первой части был рассмотрен первый этап становления агробиоценологии - физиономическое описание агробиоценозов. Экосистемному развитию количественной агробиоценологии - оценке биоценологических связей между компонентами агроценозов, трофической их структуре посвящена вторая часть. С 1970-х годов начались исследования энергетического потенциала агробиогеоценозов. Агробиоценология** стала служить методологически связующей дисциплиной среди сельскохозяйственных наук.

Агробиоценология - молодая наука. Она началась с первых публикаций о полевых биоценозах - настолько новыми оказались результаты экспедиционных исследований ученых Всесоюзного НИИ защиты растений в 1935 г. в Оренбургской степи. В настоящее время агробиоценология подразделяется на физиономическую агробиоценологию, агрофитоценологию, редуцентную педобиологию и др.* Отдельно выделилось направление количественной агробиоценологии - агробиоценологическая диагностика. Предметом ее исследований служат биоценологическая структура агроценозов полей и целостных агробиогеоценозов, сукцессия и энергетическое развитие, продукционно-деструкционные процессы, круговорот вещества, оценка биоценологических связей между компонентами агроэкосистем, поддержание их фитосанитарного благополучия.

Опережающими задачами количественной агробиоценологии являются разработка методологических подходов и методического обеспечения фитосанитарного и агроэкосистемного мониторинга, статистического моделирования биоценологических процессов.

Исследования взаимоотношений между видами, обитающими на полях, ведутся с начала прошлого века. Эти исследования составляют самостоятельное направление в агробиоценологии - оценку биоценологических связей в агроценозах. Наиболее значимы в практическом отношении связи между культурными растениями и вредителями, фитопатогенами и сорняками, а также между вредными и полезными насекомыми и другими организмами.

Ряд ранних исследований вредоносности насекомых известных русских энтомологов -

Н.Н.Троицкого, А.В.Знаменского, Н.В.Курдюмова и других завершился работами А.А.Любичева (1931а, 1931б).

Он показал реалистичную оценку потерь урожая от вредителей и использовал статистический подход к оценке вредоносности насекомых.

Это направление прошло длительную историю - от констатации гибели части или все го урожая до оценки комплексной вредоносности сорных растений, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур всего севооборота.

Были развиты вегетационный и полевой делачный методы оценки потерь от вредных видов насекомых и фитопатогенов, метод модельных площадок с целью определения вредоносности сорняков.

Обширные сведения, полученные по вредителям сельскохозяйственных культур, обобщенные в монографии В.И.Танского (1988), позволили углубить теорию взаимоотношений растений и их фитофагов, разработать экономические пороги вредоносности основных вредителей сельскохозяйственных культур. Начались разработки порогов вреда наиболее вредоносных сорняков (Воеводин, Зубков, 1986; Воеводин, 1987) и возбудителей болезней (Чумаков, Захарова, 1990). Списки порогов периодически публикуются.

*Вестник защиты растений, 2, 2005.

**Агробиоценологию иногда называют агроценологией. Н.Ф.Реймерс (1990) в качестве синонима "агроценологии" приводит "агроэкологию", однако, если судить по публикациям, направленность работ по агроэкологии относится к области организации сельского хозяйства - к самостоятельному направлению сельскохозяй-

ственной экологии, ярким представителем которого является академик А.А.Жученко.

Вслед за развитием вычислительной техники шло усовершенствование методики проводимых опытов и способов обработки данных - от ориентировочных оценок потерь от вредных организмов путем сравнения поврежденной и неповрежденной групп растений с использованием коэффициента вредности ($K_{\%}$) к многофакторным вегетационным опытам с оценкой взаимодействия между разными группами объектов (насекомых и фитопатогенов, насекомых и сорняков и т.д.). Так, было показано существенное влияние на вредоносность болезней присутствия на растениях других вредных организмов (Танский и др., 2000). Гербологами разработан способ определения индексов конкуренции сорняков с культурными растениями (Шпаар/ред., 2003).

Развитие получила методика статистической оценки полевой вредоносности насекомых А.А.Любищева, а также учет биоценотических связей в агроценозе, включая роль хищников и паразитов.

При сборе соответствующей полевой информации за основу был взят экотопографический метод полевого учета или полевая биосъемка А.А.Любищева, модифицированный до метода единовременных учетов организмов на постоянных замаркированных учетных площадках, соизмеримых с протяженностью агроценоконсорции (0.1 м^2 на злаковых и других низкорослых полевых культурах). С целью оценки биоценотических отношений между объектами использована разновидность регрессионного анализа - путевого анализа Райта (Wright, 1921), который более приспособлен для работы с иерархической схемой ценоконсорционных связей (культура - фитофаг - энтомофаг). Он не только оценивает стандартизированным коэффициентом регрессии - коэффициентом пути Райта (p) причинно-следственную связь, но и позволяет проследить по схеме связей пути влияния одних элементов на другие через посредничество третьих. В настоящее время при использова-

нии мощных статпакетов типа Statistica алгоритмы путевого анализа позволяют не потеряться в лабиринте их возможностей и решить поставленную задачу. Кроме того, у Райта развит алгоритм оценки детерминации, сопровождающий оценку коэффициентов пути и позволяющий оценить взаимодействие аргументов уравнения при влиянии на определяемый признак (и это в 1921 году!).

Была предложена унифицированная методика статистико-информационной оценки биоценотических связей между компонентами агроценоза по полевой информации с постоянных учетных площадок (Зубков, 1973а). Универсальный подход к оценке биоценотических связей на уровне агроценоконсорций выражается уравнением множественной регрессии зависимой переменной (X_i) по определяющим ее (X_k) и сопутствующим (X_L) переменным со стандартизированными (p или β) и натуральными (b) коэффициентами регрессии.

Этим способом была оценена роль хищных и паразитических насекомых, энтомофторовых грибов в определении численности тлей (Зубков и др., 1982; Воронин и др., 2000), взаимовлияние видов в афидоценокомплексе (Зубков, Лахидов, 1999), а также выявлена стимуляция продуктивности озимой пшеницы у поврежденных красногрудой пьявицей растений, при позднем поражении бурой ржавчиной.

Учет фактора взаимодействия нескольких вредных объектов при совместном влиянии на культурные растения достигается множественной регрессией их продуктивности по признакам этих объектов (X_k , X'_k , X''_k и т.д.) и по X_L , независимым от X_k , но влияющим на урожай. В последнем случае определяется уже комплексная вредоносность, выраженная частными коэффициентами регрессии, которые характеризуют "вредоспособность" вредного организма на единицу его признака. Далее - оценка потерь урожая (общих и частных), относительных коэффициентов вредоспособности видов ($B_{\%}$) в % от потенциальной урожайности и разработка порогов вредоносности для каждого из вредных объектов изучае-

мого комплекса.

Были получены уравнения комплексной вредоносности вредителей, болезней и сорняков на озимой пшенице в условиях экстенсивной и интенсивной технологии возделывания (Зубков и др., 1989, 1991), на посевах льна (Дмитриев, 2003), проса (Шпанев, 2005). При характеристике взаимоотношений среди видов растений в посевах выявлено, что конкурентоспособность ряда культур выше, чем у сорняков. Оценена вредоносность сорняков на всех культурах полевого севооборота в ЦЧП (Жуков, 2004).

Расширен спектр характеристик устойчивости сортов сельскохозяйственных культур к вредителям и болезням с помощью количественного показателя "вредоспособность" соответствующего вредного организма. Показана возможность оценки картины формирования урожайности культуры в системе элементов ее урожая и пути влияния на конечную продуктивность всех элементов агроценоза - вредителей, фитопагенов, сорняков - с использованием программ статистического анализа собранной информации на постоянных учетных площадках-агроценоконсорциях. Этот подход позволяет также проследить влияние организованных факторов в полевых опытах (удобрений, защитных мероприятий и др.) на урожайность через посредство элементов урожая (Зубков, 1973а, 2003).

Многочисленные сведения по составу агроценозов, методическое обеспечение оценки биоценологических связей в агроценозах, трофических структур последних позволяют перевести фитосанитарный мониторинг на уровень "агробиоценологической диагностики" состояния посевов (Зубков, 1995). От слежения за динамикой численности объектов порознь перейти к оценке сопряженной численности объектов на постоянных учетных площадках, замкнув цепочку наблюдений "численность - степень повреждения/поражения - потери урожая", и далее - к оценке других биоценологических связей. Многократно возрастает информативность собранной информации, эффективность фитосанитарного мониторинга.

Развитие агробиоценологических исследований с 1970-х годов протекало под влиянием экосистемных воззрений (Одум, 1968, 1975). Сопоставление последних с характеристиками то однопольных агроценозов, то целостных агробиоценозов свидетельствовало о подобии тех и других диким экосистемам. В современном определении экосистемы (Реймерс, 1990) территориальная ее протяженность не играет существенной роли, в большинстве случаев она только подразумевается. Так, агроэкосистемы - это "одомашненные экосистемы" по мнению Ю.Одума (1987), которые занимают промежуточное положение между природными экосистемами (луга, леса) и искусственными. *"Агроэкосистемы обладают теми же свойствами, что и естественные экологические структуры"*, делает заключение Р.Харт (1987, с.104). Агробиоценозы В.Н.Сукачев также считал биогеоценозами, поскольку *"самое основное свойство каждого биогеоценоза имеется и здесь"* (1964, с.33), подчеркивая, что биогеоценоз - это участок земной поверхности. А.Тэнсли (Tansley, 1935) - автор термина "экосистема" - не видел различий между *"антропическими экосистемами"* и другими экосистемами: основные процессы формирования растительности одинаковы, как бы ни были направлены факторы, инициирующие их.

Какие агроэкосистемы при этом имеют в виду авторы - остается неясным. Неопределенность экосистем по объему и содержанию вносит в представления об агроэкосистемах такую же нечеткость, как использование термина "агробиоценоз": то ли это "ценоз поля", то ли "целостный агробиогеоценоз" большей площади. Правда, до последнего времени все исследования велись только на однопольных агроценозах.

Формирование агробиоценологической методологии шло от понимания агробиоценоза. Поэтому было предложено закрепить за ценозом поля термин "агроценоз", а за агробиоценозом гораздо большей протяженности со свойствами самоорганизации и саморегуляции - "агробиогеоценоз". Тогда далеко не

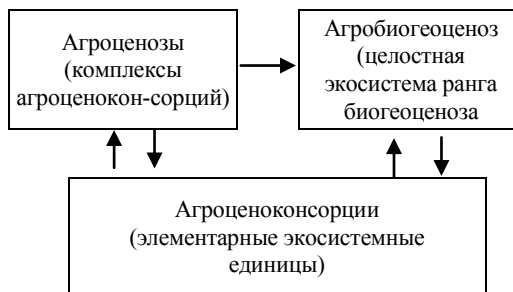
каждая агроэкосистема - суть агробиогеоценоз. Он же - экосистема ранга биогеоценоза. В сельскохозяйственной терминологии агроэкосистемой называются и теплица, и поле, и ферма, и земли всего хозяйства. В отношении термина "агробиогеоценоз" такой вольности обычно не допускается. Агробиогеоценозы можно рассматривать также в качестве элементарных экосистемно-целостных единиц агроландшафта, поскольку каждый из них самоорганизуется на площади, значительно превышающей одно поле, и устойчиво функционирует, например, на территории сбалансированных полевых севооборотов, где наряду с биогеохимическим круговоротом и оборотом минеральных элементов (вынос компенсируется удобрениями) циркулирует, как ответ на антропогенные воздействия, добавочный связующий круговорот биотических компонентов (Зубков, 1995).

В то же время все определения биогеоценоза ближе к философским, чем к естественно-научным. Его общая формула (биогеоценоз = биоценоз + биотоп, где биоценоз = фитоценоз + зооценоз + микробиоценоз), используемая в учебниках по экологии и в настоящее время, давно устарела. Условность такого членения биогеоценоза очевидна. Однако и по сей день биогеоценоз определяют как "экосистему в границах фитоценоза", хотя последний - условный геоботанический контур растительного покрова, проведенный геоботаником с той или иной целью.

Поиск материальных систем (элементов) в экосистемной структурной организации агробиогеоценоза не выявил решительно ничего, кроме элементарных экосистемных образований - агроценоконсорциев (Зубков, 1996) - непосредственно взаимодействующих ценоценозов Ипатова-Василевича (1969) (автотрофной и гетеротрофных) в абиотическом пространстве, определяемом в основном группой соседствующих культурных и сорных растений. Агроценоз поля с экосистемной точки зрения - малозаметная физиономическая разность. По потокам вещества поля различаются только в количественном отношении, хи-

мизм круговорота вещества в степных экосистемах и полевых ценозах практически одинаковы (Титлянова и др., 1979).

Тогда организационно-пространственная структура агробиогеоценоза может быть выражена следующей формулой:



Агроценоконсорции, трансгрессируя, составляют одновременно и агроценозы (ценозы полей), и агробиогеоценоз - природную макроэкосистему, более целостную, чем каждый из входящих в нее агроценозов, с новыми качествами устойчивой во времени трофической организации и более стабильной, чем в диких условиях, фитосанитарной обстановкой. Агроценозы входят в состав агробиогеоценоза на правах физиономической разности, которая создается благодаря полевой агротехнике и севообороту, поэтому обратная связь от биогеоценоза к агроценозу не проведена (Зубков, 2000).

Агробиогеоценоз, в свою очередь, своим информационным полем (множеством особей) определяет и поддерживает видовой состав агроценоконсорциев в несравненно большей мере, чем человек, привносящий в них только диаспоры культурных растений. Особи видов самоорганизуются в ценоценозы и далее в элементарную экологическую минисистему (геоценоконсорцию), где занимают соответствующие трофические уровни, - начинается образование органического вещества под напором солнечной энергии и его трансформация гетеротрофами. Так ценоконсорции, образуясь и распадаясь, создают непрерывный во времени и пространстве мерцающий ковер жизни.

Можно сказать, интерпретируя высказывание В.И.Вернадского относительно одно-временного возникновения на Земле и первичных видов, и первичных биоценозов, что в геоценоконсорциях пересекаются две формы развития живого - видовая (особь-семья-ста-популяция) с функцией расширенного воспроизводства особей вида и роста видового разнообразия и экосистемная (геоценоконсорция-биогеоценоз) с функцией трансформации вещества в условиях притока солнечной энергии. Поскольку только особи видов бифункциональны - обладают способностью и к размножению, и трансформации вещества в процессе своей жизнедеятельности, только они участвуют и в видовой форме развития жизни и в экосистемной форме.

Популяция вопреки устоявшемуся представлению не входит в структуру биогеоценоза, являясь структурным подразделением вида. Популяции разбиваются до особей или ценоячеек, которые входят в ценоконсорции, где совершают работу по своему жизнеобеспечению, с тем чтобы затем вновь образовать пары, семьи и продолжить свой род. В геоценоконсорциях (и только в них) идут биоценоотические и биогеохимические процессы (Зубков, 1992a, 1996). Внутривидовые и внутриэкосистемные процессы протекают одновременно, создавая единую картину жизни.

Итак, агробиогеоценоз - целостная единица экосистемной структуры сельской природы, в принятой в настоящее время терминологии - элементарная единица агроландшафта. Он - целостная агроэкосистема ранга биогеоценоза. Исследования основной его сути - трофической структуры (пирамиды вещества трофических уровней), которая характеризует прирост, трансформацию и круговорот вещества на его территории, начались в конце 1960-х годов (Троjan, 1967; Зубков, Титова, 1968; Григорьева, Жаворонкова, 1973; Karg, 1973; Ryszkowski, 1974). Использовались весовой метод оценки биомассы компонентов основных трофических уровней агроценоза и энергетический принцип оценки потоков потребляемого гетеротрофами вещества. Были разра-

ботаны методики расчета трофических пирамид по материалам учетов на постоянных площадках и биоценометром и потоков биогенного вещества в агроценозе. С помощью этих методик представлены трофоструктуры агроценозов сначала отдельных культур, а позже агро-биогеоценозов полевых севооборотов в Западной Сибири и Ленинградской области.

Полученные результаты подтвердили положения, которые были высказаны о целостном агробиогеоценозе и однопольном агроценозе.

Проведенный сравнительный анализ трофоструктуры агроценозов различных в физиономическом отношении посевов пшеницы, люцерны и кормового гороха в Западной Сибири показал незначительные различия по сырой биомассе и культурных растений, и сорняков на полях этих культур. Общей была часть хищных видов, видов сорняков и их фитофагов (табл. 1).

Биомасса как хищников, так и фитофагов на люцерне и кормовом горохе превышала таковую на пшеничных полях в 3-5 раз, вследствие этого трофическая напряженность в звене "хищники - фитофаги" оказалась на полях этих культур довольно сходной, если принять во внимание кардинальные различия видового состава ценозов этих культур. Согласно расчетам, средняя ежедневная пищевая потребность (ПП) хищных членистоногих составила 11-31% от моментального запаса (МЗ) биомассы вредителей. Потребность в пище у растительоядных видов на пшенице и кормовом горохе в ранний период вегетации составила 0.16-0.35% от наличествующей фитомассы. В остальной период вегетации культур коэффициент трофической напряженности был крайне низким - в пределах 0.04-0.12% (табл. 1).

После уборки урожая на люцерновых плантациях наблюдалось небольшое снижение МЗ хищников, а у фитофагов масса оставалась неизменной. На пшеничных и гороховых полях мезофауна рассеивалась по окружающим ста-циям. В химической защите от вредителей нуждались только посевы гороха, а также семенни-

ки люцерны.

Итак, на полях в Приобской лесостепи слагаются агроценозы, более сходные по характеристикам трофических структур, чем это можно было ожидать при существенном их физиономическом различии, с высокой в звене "фитофаги - хищники" и низкой в целом в звене "растения - фитофаги" трофической напряженностью. Они имеют сходные черты с трофоструктурой местных диких биоценозов.

Агроценозы пшеничных полей по биомас-

се животного населения значительно (по почвообитающим членистоногим в 8 раз) уступают разнотравным биоценозам Западной Сибири. Вес же растительноядных насекомых на единице площади горностепного и пшеничного ценозов оказался близким: около 500 мг/м² в степи (Берман, 1970) и на пшенице. Более того, по трофической структуре оказались идентичными севооборотные экосистемы Северо-Запада России и Западной Сибири (табл. 2 и 3).

Таблица 1. Трофоструктура полей пшеницы (П), люцерны (Л) и кормового гороха (Г)
Приобская лесостепь, экстенсивные посевы (Зубков, Титова, 1968; Зубков, Титова и др., 1991)
Table 1. The trophic structure of wheat crops (W), alfalfa (A) and fodder pea (P)
Ob'forest-steppe, extensive crops (Zubkov, Titova, 1968; Zubkov, Titova et al., 1991)

Компоненты	Уче- ты*	Моментальный запас, МЗ			Потребность в пище, ПП			К _{тн%} = ПП/МЗ		
		П	Л	Г	П	Л	Г	П	Л	Г
Хищники, мг/м ² в сутки	1	167±45	305	202	73±21	105	76	11.60	27.10	18.10
	2	89±16	548	349	33±60	193	117	8.20	19.20	27.50
	4	73±32	370	604	28±11	119	217	7.60	12.60	23.80
Фитофаги, мг/м ²	1	627±81	388	420	894±137	335	502	0.16	.05	.35
	2	400±64	1004	425	404±95	887	717	.05	.08	.05
	4	453±45	944	910	723±48	996	1195	.08	.12	.04
Фитомасса культуры, г/м ²	1	399±44	669	136						
	2	835±51	1058	1459						
	4	635±67	810	2607						
Сорняки, г/м ²	1	83±20	81	6	Отношение (%) фитомассы сорняков к фитомассе куль- туры			21	12	4
	2	115±29	195	110				14	18	8
	4	48±9	130	364				8	16	14

*Учеты проведены в фазы: 1 - кушение/отрастание, 2 - выход в трубку/бутонизация, 4 - налив зерна.

К_{тн%} - коэффициент трофической напряженности

*Sampling was carried out in: 1 - tillering, 2 - shooting/budding, 3 - earing/bean formation, 4 - grain ripening.
C_{тн%} is a coefficient of trophic intensity

Таким образом, уже на уровне агроценозов, имеющих существенные физиономические различия, экосистемная структура агро-биогеоценоза начинает уравниваться, достигая энергетического гомеостаза на уровне агробиогеоценоза севооборота.

Потенциальное влияние хищников на фитофагов было велико в посевах всех культур. Дополнительной статистической обработкой полевых данных было показано, что внутри севооборота на энтомофагов прямого влияния не оказывали ни антропогенные, связанные с культурой и агротехникой, ни экотопические факторы полевого разнообразия. Для них тер-

ритория севооборота была интерзональной, влияла только погода разных лет. Фитомасса сорняков в равной мере зависела от факторов, связанных как с культурой, так и с экотопической приуроченностью. Полную приуроченность к видам культур проявили только фитофаги. На поле каждый сезон образовывался агроценоз, свойственный высеваемой культуре, но трофическая структура агроэкосистемы всего севооборота оставалась неизменной в течение 3-5-летнего срока исследований. В процессе ротации культур различия самих полей по компонентам агроценозов (кроме сорняков) стали несущественными (Зубков, 1992б, 1995).

Таблица 2. Трофическая структура агроценозов полевых культур интенсивного севооборота* на полигоне АФИ. Ленинградская область, 1977 (Зубков, 1986)

Table 2. The trophic structure of crops of intensive crop rotation on APSRI station. Leningrad Region, 1977 (Zubkov, 1986)

Компоненты, м ²	МЗ	ПП	ΣПП	Компоненты, м ²	МЗ	ПП	ΣПП
Озимая пшеница, г	1611			Многолетние травы, г	1553		
Сорняки, г	349			Сорняки, г	177		
Фитофаги, мг	204	196	20000	Фитофаги, мг	248	202	13300
Хищники, мг	73	30	3000	Хищники, мг	72	24	1500
Яровая пшеница, г	1220			Картофель, г	3118		
Сорняки, г	159			Сорняки, г	77		
Фитофаги, мг	120	124	12000	Фитофаги, мг	42	43	4100
Хищники, мг	78	35	3400	Хищники, мг	50	23	2200

*Орошение + удобрения + уплотненные посеы. Среднесезонный моментальный запас (МЗ) компонентов, суточная (ПП) и сезонная (ΣПП) потребность членистоногих в сырой пище.

*Irrigation + fertilizers + crops with high density of plants. Average seasonal instant stock (IS) of components, daily (FR) and seasonal (ΣFR) live food requirements of arthropods.

Таблица 3. Трофическая структура агроценозов кормовых культур интенсивного севооборота* на полигоне СибНИИ кормов Приобская лесостепь Западной Сибири, 1977-1979 (Зубков, 1992б)

Table 3. The trophic structure of fodder crops of intensive crop rotation on SibSRIF station.* Ob' forest-steppe in Western Siberia, 1977-1979 (Zubkov, 1992b)

Компоненты, м ²	МЗ	s	ПП	ΣПП	Компоненты, м ²	МЗ	s	ПП	ΣПП
Кукуруза, г	3672	1023			Вико-овес, г	1208	428		
Сорняки, г	136	54			Сорняки, г	149	93		
Фитофаги, мг	30	9	32	2250	Фитофаги, мг	50	28	76	3700
Хищники, мг	32	11	14	900	Хищники, мг	152	73	55	2100
Подсолнечник, г	3528	816			Корм. свекла, г	2398	728		
Сорняки, г	92	32			Сорняки, г	55	30		
Фитофаги, мг	39	10	44	3100	Фитофаги, мг	368	204	220	19700
Хищники, мг	68	28	28	1900	Хищники, мг	134	112	48	4300
Озимая рожь, г	1275	580			Корм. бобы, г	2063	692		
Сорняки, г	32	29			Сорняки, г	167	57		
Фитофаги, мг	54	31	58	2400	Фитофаги, мг	197	68	300	24250
Хищники, мг	148	98	48	2000	Хищники, мг	250	162	89	7200
Овес, г	1053	550			Мн.травы, г	1473	441		
Сорняки, г	38	6			Сорняки, г	94	64		
Фитофаги, мг	46	13	64	5300	Фитофаги, мг	470	395	318	30700
Хищники, мг	110	64	52	4500	Хищники, мг	150	84	52	5350

*Орошение + удобрения + уплотненные посеы. Звено-А: свекла - подсолнечник - озимая рожь + вика+овес (поукосно) - овес; звено-Б: кукуруза - вика+овес + вика (поукосно) - озимая рожь - кормовые бобы. Многолетние травы располагались в выводном клине. Среднесезонный моментальный запас (МЗ) компонентов, суточная (ПП) и сезонная (ΣПП) потребность членистоногих в сырой пище. /*Irrigation + fertilizers + crops with high density of plants. Part A: sugar beet - sunflower - winter rye - vetch-oat - oat; part B: corn - vetch-oat - vetch - winter rye - fodder beans. The separation sown area was under perennial grasses. sd – standard deviation. Average seasonal instant stock (IS) of components, daily (FR) and seasonal (ΣFR) live food requirements of arthropods.

Сибирскими экологами проведены комплексные исследования биологического круговорота элементов минерального питания растений в зерновых агроценозах степной зоны (Титлянова и др., 1984). Сделаны важные выводы. Интенсивность продукционного процесса и химизм круговорота вещества в степных экосистемах и полевых ценозах практически одинаковы, но у последних несбалансированный круговорот (Титлянова и др., 1979). Только в севообороте баланс по N, P и K близок к единице (Новиков, Южиков, 1990). Рассмотрены сукцессионные превращения в агроценозах напочвенных и почвообитающих членистоногих в сторону снижения видового разнообразия и эффективности зоодеструкции (Мордкович и др., 1984) и повышения роли микроорганизмов в деструкции растительных остатков (Гантимурова, 1984). Были получены многочисленные данные по сообществам почвообитающих животных, их жизненным проявлениям при разложении и трансформации органического вещества.

Простота экосистемной организации агробиогеоценоза делает его весьма устойчивым образованием, способным противостоять не только природным, но и антропогенным воздействиям. Благодаря добавочному связующему круговороту биотических компонентов, устойчивым сортам и агротехнике прерываются процессы массового размножения многих видов организмов, создается более устойчивая фитосанитарная обстановка в агробиогеоценозах по сравнению с местными коренными биогенозами. В севооборотных агробиогеоценозах ряда регионов России фитосанитарное состояние посевов, за исключением зерновых бобовых культур, относительно благоприятно для земледельца и может управляться агротехническими, включая смену сортов, факторами. Химическая защита таких культур как горох должна сосредоточиваться в ранний период его развития, а сахарной свеклы в Западной Сибири - проводиться путем предпосевной обработки семян фунгицидами и инсектицидами.

Показанная биогенотическая зарегулированность целостных севооборотных экосистемных образований как по видовому составу, так и по трофической структуре концептуализирует гипотезу относительно целостного агробио(гео)ценоза (Зубков, 1970) как многопольной экосистемы. По-видимому, севооборотная агроэкосистема есть минимальный объем ранговой системы - агробиогеоценоза. В силу континуальности сегетального растительного покрова полевого пространства вести поиск максимальных границ агробиогеоценоза непродуктивно. Однако может идти речь о некотором оптимальном размере агробиогеоценоза, поскольку, во-первых, антропогенная деятельность может определенным образом структурироваться и модифицировать агробиогеоценоз и, во-вторых, важно установить экспертно территориальные привязки, чтобы пытаться управлять фитосанитарной обстановкой в агроценозах в рамках целостных агробиогеоценозов. Таковыми территориями могут предположительно выступать пахотные земли, где применяются разные системы земледелия, а также природные разности - почвенные, гидрологические, межводораздельные территории.

Далеко не все ясно в формировании фитосанитарной обстановки целостных агроэкосистем под влиянием различных типов севооборотов, регулярного внесения удобрений, проведения защитных мероприятий. Анализ литературы не дает однозначного ответа на эти вопросы (Лахидов, 1997; Танский и др., 2001, 2003). Количественные характеристики роли вредных и полезных видов в масштабе севооборотных агроэкосистем ждут своих исследователей.

Зарегулированность агробиогеоценоза отнюдь не всегда происходит на удовлетворительном для земледельца уровне неизбежных потерь урожая от вредных организмов. При этом, правда, остается не оцененной та польза, которую приносят или могут принести те же вредные объекты вне посевов или на полях в период межсезонья. Эти вопросы остаются в рамках первостепенных задач агробиогене-

нологии.

Несмотря на простоту экосистемной конструкции агробиогеоценоза (а может быть в связи с ней), саморазвитие агробиогеоценоза не прекращается. В связи с добавочным притоком энергии антропогенных факторов (физической энергии плуга, химической энергии удобрений и энергии сорта) круговорот вещества в агробиогеоценозах не может не идти гораздо быстрее и в большем объеме, чем в диких экосистемах. Антропогенный фактор удерживает агробиогеоценоз в начальной стадии сукцессии, наиболее продуктивной и биоразнообразной, когда продукция сильно превышает деструкцию (Ryszkowski, 1974). Агробиогеоценоз - вечно молодая экосистема. По валовой первичной продукции поле люцерны, например, стоит вторым в ряду экосистем Земли - после тропического леса, а равнинные тропические агроэкосистемы с 2-3 посевами риса в год устойчиво превышают местные леса. Энергетически агробиогеоценоз, следовательно, наиболее прогрессивная экосистема, стоящая на новом - ноосферном витке развития жизни на Земле. Это естественный ответ природы на антропогенную деятельность человека.

С осознанием положения, что агроценозы полей функционально состоят не из популяций организмов (популяция располагается на неизмеримо большем пространстве, чем любой агробиогеоценоз, и относится к структуре видовой формы развития жизни), а из элементарных экосистемных ячеек - агроценоконсорций, меняются не только методология и методики полевых исследований, но и сам принцип защиты посевов. Так, сплошные химические обработки пестицидами "полевых популяций" вредных объектов теряют теоретическую основу: зачем бороться с популяцией, когда надо защитить растения в агроценоконсорциях, вплетая защитные мероприятия в технологии возделывания сельскохозяйственных культур? Зачем бродить наблюдателям "по диагоналям поля", добиваясь все более и более высокой точности среднего значения численности вредителя на единице площади,

когда в большинстве случаев важнее следить за повреждением растений и на этой основе сигнализировать о необходимости в защитных мероприятиях?

На массовом материале агробиогеоценологического фитосанитарного мониторинга организуется статистическое моделирование агробиогеоценозов совместно с растениеводами, ответственными за производственный процесс в посевах. Задача традиционная - создание программ управления агроэкосистемами, включая фитосанитарную обстановку в них. Эти исследования с целевым финансированием должны сосредоточиваться на агроэкологических межинститутских стационарах на базе НИИСХ. В настоящее время региональными полигонами РАСХН на Юге России являются Газырский стационар на Кубани и Шпаковский на Ставрополье (Соколов, Филипчук, 1997). ВИЗР ведет комплексные исследования с НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, ВНИИМЗ, Агрофизического НИИ на базе их экспериментальных стационаров (Зубков, 1997; Опыт..., 2000; Лаптев, 2003; Жуков, 2004; Ковалев и др., 2004). Необходимо расширить сеть таких стационаров, оснастив их современным оборудованием.

Небесполезны модели самоорганизующихся и саморегулируемых целостных агробиогеоценозов для нормирования антропогенных воздействий на природные и сельскохозяйственные экосистемы - чрезвычайно важного для устойчивого развития народного хозяйства направления научных разработок в последующие годы (Соколов, 1999).

В заключение нужно констатировать, что агробиогеоценология в настоящее время обладает своей методологией и соответствующими методами полевых аналитических исследований. Она пополнилась новым разделом применительно к задачам защиты растений - агробиогеоценологической диагностикой состояния посевов (Зубков, 1995). Раздел методически достаточно вооружен и включает новации: а) трофоэнергетический подход к интегративной характеристике агроценозов и целостных агроэкосистем ранга биогеоценоза, б)

фитосанитарный мониторинг целостных агроэкосистем полевых севооборотов на агроценоконсорционном уровне наблюдений на постоянных учетных площадках, в) унифицированную методику статистико-информационной оценки биоценологических связей между компонентами в агроценоконсорциях. Раздел содержит оценки трофической структуры ценозов полевых культур, вредоспособности и комплексной вредоносности вредных объектов, а также оценки регулирующей роли полевых энтомофагов.

Применение методов агробиоценологической диагностики позволяет оценить биоценологическую роль пестицидных обработок. Так, влияние их на трофическую модель полевых агроэкосистем в мелкоделяночном опыте выразилось в том, что на фоне снижения от инсектицидов биомассы и потребностей в пище и вредителей пшеницы и энтомофагов, потенциальное давление последних на фитофагов на обработанных делянках возросло (Зубков, Титова, 1976; Зубков и др., 1986). При диагностике влияния интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на агроценозы не было заметного повышения ни заболеваний культурных растений, ни повреждения вредителями. Потенциальное давление хищников усиливалось вдвое, а фитофагов на растения - снижалось по сравнению с экстенсивными посевами. Интенсивная технология в годы невысокого обилия вредителей и развития болезней не вызвала заметных сдвигов в общей фитосанитарной обстановке на полях (Зубков, Титова и др., 1991).

Агробиоценология, формируя теорию, методологию и методики агроэкосистемных исследований продолжает развиваться на основе восприятия всех школ - от агроценологической школы Г.Я.Бей-Биенко - Т.Г.Григорьевой - М.С.Гилярова до агробиогеохимической школы А.А.Титляновой - В.И.Кирюшина. Развитие агробиоценологии в области защиты растений идет по пути экологизации последней: исследования саморегуляции численности вредных и полезных видов в агробиогеоценозах, углубленного изучения и количественной оценки

параметров биоценологических процессов в агробиоценозе - фитофагии, энтомофагии, эпифитотических вспышек и конкуренции между культурными растениями и сорняками, то есть развития агробиоценологической диагностики.

Задачи агроэкосистемного подхода в области земледелия - "широкий агроэкологический мониторинг" (Каштанов, 1993), изучение деструкционной деятельности вредных и полезных видов в экосистемах, сукцессии агробиогеоценозов в условиях адаптивного земледелия; в растениеводческой области и защите растений - изучение биоценологических предпосылок и последствий возделывания новых сортов культурных растений, проведения мероприятий адаптивно-интегрированной системы защиты растений и фитосанитарной оптимизации растениеводства в целом (Жученко, 1997; Новожилов, 1997).

Агробиоценология с ее концепциями саморазвития и саморегулирования целостных агроэкосистем (агробиогеоценозов) как нельзя лучше подходит в качестве методологически связующей дисциплины для других областей сельскохозяйственной науки при изучении агроэкосистем с целью поддержания благоприятной в них фитосанитарии. И вносит свой вклад в познание пространственно-организационной структуры агроландшафта, трофоструктуры агробиогеоценоза, оценку биоценологических связей между его компонентами (Зубков, 2005). Участвует тем самым в осуществлении основной задачи адаптивного сельского хозяйства - в конструировании высокопродуктивных, экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов на основе увеличения генетического разнообразия культивируемых видов и сортов растений, сохранения структур биоценологической саморегуляции, усиления замкнутости биогеохимических циклов (Жученко, 2000, 2004). *"Именно агроценология должна стать фундаментальной биологической основой многих направлений современной сельскохозяйственной науки"*, - писал академик М.С.Гиляров (1980, с.21).

В координационном плане исследования

РАСХН на 2001-2005 гг. агроэкосистемному подходу к изучению проблем земледелия, и растениеводства, и защиты растений отведена существенная роль. Рядом институтов начаты комплексные исследования целостных севооборотных агроэкосистем (ВИЗР, ВНИИМЗ, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, АФИ). Однако в настоящее время развитие агробиогеоценологических комплексных исследований с целью конструирования высокопроизводительных агроэкосистем путем управления (модификации) идущих в них процессов ограничено отсутствием целевого финансирования межинститутских агроэкологических стационаров на базе региональных НИИСХ.

В то же время ставится задача обеспечения фитосанитарного благополучия агроэкосистем и агроландшафтов, которая требует тесного взаимодействия традиционных направлений сельскохозяйственной науки и практики (земледелия, растениеводства, защиты растений и др.) в рамках развития агро-

фитосанитарии - совокупности мер агротехнического, агрохимического и пестицидного-модифицирующего воздействия на агробиоценозы с целью устранения отрицательного влияния факторов на культурные растения.

Интеграция разработок сельскохозяйственной науки в рамках агрофитосанитарии отвечает идеологии адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Осуществление фито-санитарного благополучия, в частности, средствами защиты растений в современных экономических условиях также целесообразнее вести не столько через внедрение самостоятельных систем интегрированной защиты растений, сколько путем перехода к конкретной агрофитосанитарии - включению фитосанитарных мер защиты и охраны растений в технологии выращивания культур с учетом местных условий при обязательной, подчеркну это особо, количественной оценке полевой роли вредных и полезных видов (Зубков, 2003, 2005).

FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY (II)

The first part of the paper (Plant Protection News, 1, 2005) discussed the first stage of agrobiocenology formation, i.e., physiognomical description of agrobiocenoses. Ecosystemic development of quantitative agrobiocenology, that is an estimation of biocenotic links between components of agroecosystems and their trophic structure is reviewed in this part. Researches of energy potential of agrobiogeocenoses have begun since 1970. Agrobiocenology has become an interdisciplinary science for other agricultural sciences.

ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОЙ ВРЕДНОСТИ СОРНЯКОВ, ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В двух первых частях были рассмотрены этапы становления агробиоценологии - 1) физиономическое описание агробиоценозов и 2) экосистемное развитие количественной агробиоценологии. Среди экосистемных подходов была затронута в общих чертах и оценка биоценологических связей между компонентами агроценозов (продуцентами и фитофагами, фитофагами и зоофагами и др.). В данной работе количественная характеристика взаимоотношений между культурными растениями и вредными организмами рассматривается полнее в связи с большой экономической значимостью проблемы. Основное внимание уделено завершающей стадии определения роли гетеротрофов - оценке комплексной вредности сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур на уровне полевого агроценоза.

Оценка вредности сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур - наиважнейшая, основополагающая процедура агрофитосанитарии - комплекса мер по ликвидации или нейтрализации неблагоприятного влияния различных факторов на растения. Без регулярной оценки и прогнозирования потерь от вредных организмов невозможны ни поддержание средствами защиты растений фитосанитарного благополучия ни в конечном итоге конструирование высокопродуктивных устойчивых агроэкосистем - задачи, вытекающей из идеологии адаптивного полеводства провозглашенного РАСХН. При этом с хозяйственной и экологической сторон одинаково нежелательны как переоценка, так и недооценка роли вредных организмов.

Вредность на культурных растениях различных вредных организмов изучается в рамках ряда конкретных дисциплин - сельскохозяйственной энтомологии, фитопатологии, гербологии и др. Оценка комплексной вредности сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур - прерогатива всецело агробиоценологии, одна из главных ее задач. Проанализировав в начале 1930-х годов ситуацию с оценкой потерь от вредителей и болезней, сотрудник ВИЗР профессор А.А.Любищев (1931) констатировал, что не имеется заслуживающих доверия данных о потерях решительно ни по одному виду на-

секомых, так как при их получении допущен ряд методических ошибок. Он подразделил потери на прямые и косвенные, актуальные и потенциальные. Прямые потери - результат уничтожения растений или снижение их продуктивности. Вслед за ними образуются косвенные потери вследствие экономических издержек (снижение качества продукции и др.). Актуальные потери могут быть определены в натуре, потенциальные прогнозируются.

Прогноз потенциальных потерь - дело неблагодарное, поскольку он зависит от прогноза внешних факторов, в первую очередь метеорологических, и хода внутривидовых генетических перестроек у вредных объектов. Несмотря на красоту математических моделей развития эпифитотий, разработанных для ряда фитопатогенов, оправданность прогнозов невелика.

Рациональнее принять потенциальные потери за 100% для большинства из вредоносных объектов (такое теоретически может случиться) и сосредоточиться на статистических оценках актуальных потерь.

Среди крупных методических ошибок А.А.Любищев указал недоучет таких факторов как избирательность вредителями определенного габитуса растений при питании, компенсацию повреждений со стороны как поврежденного растения, так и окружающих его здоровых растений.

*Вестник защиты растений, 3, 2005.

Без учета того и другого фактора получить сколько-нибудь правдоподобные оценки вреда от вредителей невозможно. Эти же факторы приводят к ошибкам при глазомерном (экспертном) подходе определения потерь, поскольку оценки могут быть исправлены только статистическим путем. Будучи сторонником статистико-аналитического подхода, А.А.Любищев (1931a) применил методику сравнения не средних значений, а линий регрессии продуктивности по независимым от вредителей признакам развития растений (длине стебля, колоса и т.п.) у двух групп последних - поврежденных и неповрежденных.

Следует отметить, к сожалению, что за прошедшие три четверти века ситуация с оценкой потерь от вредных объектов мало изменилась. В большей части экспериментальных работ фактор избирательности вредными насекомыми и фитопатогенами не принимается во внимание, как и фактор последующей компенсации вреда сообществом растений. Также превалирует экспертный подход в оценке наносимых потерь. При этом господство презумпции виновности вредных с точки зрения человека видов, присутствующих на поле, приводит к существенному завышению отрицательной роли вредных организмов в формировании урожая сельскохозяйственных культур. То же можно сказать и о сорняках, которые изначально занимают свободные от культурных растений минипространства и, не конкурируя до определенного времени с культурными растениями, отчасти не ответственны за приписываемый им вред.

А.А.Любищев (1931) дифференцировал также потери на ликвидные, рентабельно предотвращаемые на практике, и неликвидные. К неликвидным потерям отнесены такие, которые при настоящем уровне знаний не могут быть предотвращены вовсе или только при чрезмерных затратах. Ликвидные потери устанавливаются в опытах с пестицидами. Вместе они составляют общие потери. Оценивать эффективность защиты следует,

сопоставляя ее результаты не только с общими потерями, но и с ликвидными. С проблемой неликвидных потерь должны разбираться научные организации, стремясь перевести их в ликвидные путем разработки новых приемов и средств.

Эта антитеза редко принималась к руководству учеными и тем более практиками защиты растений, благополучие последних традиционно зависит не от сохраненного урожая, а от объемов проведенных или даже только планируемых мероприятий. К неликвидным могут быть отнесены также потери, которые приносят вредители и фитопатогены до момента проведения против них защитного мероприятия. Определить их опытным путем затруднительно, поскольку для сравнения требуется некий "абсолютно чистый" (изначально без вредных организмов и без пестицидов) контроль, вариант естественного развития агроценоза, а также пестицидные варианты подавления вредных организмов.

А.А.Любищев (1935) разграничил оценку прямых потерь урожая в натуральных единицах его измерения от денежного выражения причиняемого вреда, отнес первые к теме оценки вредоносности. Последнее его примеру, введя дополнительно термин "вредоспособность" (снижение продуктивности растения или урожайности на единицу признака вредного объекта (Зубков, 1973) в отличие от его вредоносности на единице площади. К термину "потери" отнесем вред, выраженный в основном в денежных единицах и связанный с площадью распространения вредного вида, снижения качества и стоимости продукции и т.д. Потери являются функцией многих факторов, включая параметры вредоносности, однако в первую очередь - от экономических обстоятельств.

Разнообразие полевых факторов, влияющих на полевую вредоносность того или другого вредного организма, не позволяет адекватно определить ее экспериментальным путем (исключая случаи полной гибели посевов), несмотря на все многообразие приемов и методов, испытанных и описанных в

литературе за прошедшее столетие.

Наконец, следует отметить еще одно важное обстоятельство. Среди приводящих к систематическим ошибкам основных методических недочетов при оценке потерь от вредных организмов, указанных А.А. Любимцевым, отсутствует недоучет взаимодействия влияний на растения со стороны двух или большего числа присутствующих вредных объектов*. Как известно, оценка совместного вреда от комплекса вредных объектов путем сложения оценок потерь от них, проведенных по одиночке, приводит к значительной переоценке их роли. Сумма потерь в таких случаях часто превышает 100%, хотя на поле зреет неплохой урожай.

В.И.Танский (1984,1988) привел материалы, показывающие, что повреждение растений одним видом вредителя существенно отражается на повреждении другим, чаще ослабляя роль последнего, хотя может наблюдаться и обратная картина. Так, в вегетационных опытах присутствие бурой ржавчины на растениях пшеницы ослабляло, а злаковых тлей - усиливало вредоносность корневых гнилей (Танский и др., 2000). Известно, что повреждение поверхности растения насекомыми ведет к развитию ряда болезней растений.

Итак, характеристика вредоносности видов порознь при одновременном их воздействии на растения приводит к неадекватной оценки их роли. Определение в организованном эксперименте комплексной вредоносности нескольких вредных объектов, требует закладки неподъемного числа вариантов их сочетаний. Поэтому оценка в эксперименте на одном и том же поле роли группы вредных видов - нечастое событие, к тому же проводится она обычно опять-таки для каждого вида по отдельности.

Методика исследований

При оценке комплексной вредоносности необходима скорректированная во времени и пространстве полевая информация - единовременные учеты организмов и фитосанитарного

С учетом этого обстоятельства становится очевидным, что приходится распрощаться с иллюзией опытным путем оценить полевую вредоносность даже отдельных вредных объектов, не говоря уже о комплексном влиянии на посев вредителей, болезней и сорняков. Тем более что существует работоспособная процедура оценки полевой комплексной вредоносности.

В начале 1970-х годов был сформулирован информационно-статистический подход к оценке биоценотических связей в агроценозе, в общих чертах рассмотренный во второй части сообщения (ВЗР, 2, 2005).

Он включает и полевой метод оценки комплексной вредоносности сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Были разработаны унифицированные методики сбора полевой биоценологической информации на постоянных учетных площадках и ее статистической обработки с помощью дисперсионного, регрессионного и детерминационного анализов (Зубков, 1973а,1981). Первые уравнения комплексной вредоносности вредителей были рассчитаны в ВИЗР (Зубков, Титова, 1968; Зубков, 1970).

Апробация информационно-статистического подхода к оценке комплексной вредоносности была проведена на посевах ряда культур: озимой пшеницы (Зубков и др., 1984,1989), риса (Буй Ван Ик и др., 1987), фасоли на Кубе (Лабрада, Зубков, 1991), хлопчатника в СРВ, а молодыми исследователями - на всех культурах полевого севооборота Центральной Черноземной полосы (Жуков, 2004; Шпанев, 2005; Зубков и др., 2005).

*В те годы исправить положение было принципиально невозможно хотя бы потому, что отсутствовала необходимая для этого вычислительная техника.

состояния растений на постоянных учетных площадках, замаркированных после всходов культур колышками и по земле шпагатом. Площадь постоянной площадки соизмеряет-

ся с протяженностью агроценоконсорции, на пшенице обычно 0.1 м², пропашных культурах - 1.4 м². В агроценоконсорции взаимодействуют особи автотрофной и гетеротрофных ценоэчек. Ценоэчка - группа особей, непосредственно связанных взаимоотношениями по принципу каждая со всеми остальными.

Расположение площадок на поле следует систематическому типическому (последовательному) способу отбора проб, когда площадки устанавливаются в систематическом порядке на нескольких выявленных на поле или предполагаемых экологических разностях (участках). Например, в центре и по краям поля. Количество устанавливаемых постоянных площадок определяется спецификой проводимых исследований. Получить реалистичные оценки вредоносности комплекса видов удается уже при 100 учетных площадках. Причем длина вариационного ряда может ежегодно пополняться, результаты оценки вредоносности - уточняться. Создается база данных.

На постоянных площадках за сезон проводится несколько одновременных визуальных учетов признаков, характеризующих фитосанитарное состояние посева. К ним, в первую очередь, относятся признаки густоты стояния и развития культурных и сорных растений, проективное покрытие ими поверхности почвы, численность насекомых и степень повреждения ими и поражения фитопатогами культуры. Рядом с постоянными площадками берутся разовые пробы для учета фитомассы, почвенных обитателей, повреждений и заболеваний корней и т.д. При уборке на каждой площадке проводится полный разбор снопа по элементам структуры урожая.

Терминология, относящаяся к характеристике фитосанитарного состояния посева, легко поддается унификации, необходимой при оценке многообразных биоценологических связей.

Степень повреждения совокупности растений вредителями и поражения фитопато-

генами выражается двумя показателями: *поврежденностью/пораженностью* (долей или процентом поврежденных/пораженных растений, стеблей, листьев и т.д.) и *интенсивностью повреждения/поражения* группы поврежденных/пораженных растений, стеблей и т.д. в баллах или в % по принятым шкалам. Пораженность соответствует принятому в фитопатологии термину "степень распространения" патогена. Общая степень повреждения/поражения посева характеризуется общим баллом или % повреждения/поражения растений (сумма баллов, деленная на общее в пробе число растений). Соответствует фитопатологическому термину "степень развития" болезни.

Степень засорения (или засоренности) посева сорняками измеряется числом сорных растений на единице площади и процентом или баллом проективного покрытия ими поверхности почвы.

В качестве унифицированной балльной шкалы выражения интенсивности повреждения/поражения и засорения посева предложена единая 6-балльная шкала с привычным качественным описанием степени проявления признака: 0, 1- очень слабое (до 5%), 3- слабое (6-25%), 5- среднее (26-50%), 7- сильное (51-75%), 9- очень сильное проявление признака (более 75%). Обозначение баллов нечетными цифрами дает возможность легко расширить шкалу до 10-балльной. При помощи универсальной балльной шкалы легко закодировать значения и других признаков, а также фазы развития насекомых, культурных и сорных растений.

При статистической обработке межгодовые различия (как и между участками) элиминируются при дисперсионном анализе и расчеты уравнений регрессии и детерминации ведутся с использованием матриц внутригрупповых корреляций. Признаки разнообразных объектов объединяются в трофические уровни - культура (X_f), вредные виды (X_k), признаки раннего состояния посева (X_L). Культура представлена структурой ее урожая).

Зависимость урожая от вредных объектов при низком их обилии аппроксимируется линейной функцией. Обычно в литературе используется приводящая к ошибкам модель связей $X_k \rightarrow X_f$. С целью статистического устранения влияния факторов избирательности растений вредителями и болезнями, а также мест произрастания сорняков, в уравнения X_f по X_k следует вводить признаки X_L . Далее включением в уравнение признаков всех основных вредных объектов (X_k, X_k', X_k'' и т.д.) можно учесть и фактор взаимодействия влияний на посев комплекса вредных объектов:

$$x_f = a + \sum b_{fk, k'L} X_k + \sum b_{fL, kL} X_L, \quad (1)$$

где $b_{fk, k'L}$ - коэффициент вредоспособности каждого объекта (потери в г/экз., зерен/экз., %/особь; г/балл и др.), по которым определяются общие потери ($\sum b_{fk, k'L} \bar{x}_k$). Далее прогнозируется потенциальная (без влияния вредных объектов) урожайность (X_0^*) при $x_k=0$ и при средних значениях признаков x_L :

$$x_0^* = \bar{x}_0 - \sum b_{0k, k'L} \bar{x}_k.$$

Общие потери и относительные коэффициенты вредоспособности $V\%$ удобно выражать в % от потенциальной урожайности X_0^* :

$$V\% = 100b_{0k, k'L}/x_0^*,$$

а полевую комплексную вредоносность - уравнением урожайности X_0 :

$$x_0 = x_0^* + \sum b_{0k, k'L} X_k$$

$$\text{или } x_{0\%} = 100 + \sum V\% X_k, \quad (2)$$

где $\sum$ - знак суммы (по количеству вредных объектов).

Сам процесс эмпирического регрессионного моделирования комплексной вредоносности при использовании компьютерных статпакетов превратился в увлекательную процедуру расчетов регрессионных уравнений, удовлетворяющих всем условиям полевых исследований. В условиях неорганизованного полевого эксперимента, когда множество признаков объектов свободно варьирует в поле, предстоит эти объекты учесть и

провести статистико-информационный анализ связей между элементами агроценоза по принципу "черного ящика" с входящей и исходящей информацией. Существенно "просветляет" его анализ путей влияния вредных объектов на элементы структуры урожая с помощью алгоритмов путевого регрессионного анализа (рис. 1).

Выбору окончательного уравнения предшествует

- вербальная фитосанитарная оценка состояния посева с имеющейся в литературе характеристикой вреда от присутствующих вредителей, болезней и сорняков;

- анализ матриц общих и внутригрупповых корреляционных связей между признаками вредных видов и сельскохозяйственной культуры;

- подбор признаков- X_L для каждого вредного объекта с целью устранения его избирательной способности по схеме $r_{0k} \rightarrow r_{0k,L} \rightarrow b_{0k,L}$ (здесь r - стандартизированный, а b - натуральный коэффициенты вредоспособности); уже на этом этапе могут быть получены состоятельные оценки вреда от того или другого вредного вида, поскольку фактор избирательности уже учтен, а компенсация растениями влияния, произведенного вредным объектом, автоматически учитывается при работе с постоянными площадками, где происходит активная интерференция между растениями в ценоконсорции;

- группировка признаков вредных объектов и проверка значимости их влияния на урожайность в регрессионных уравнениях с помощью детерминационного анализа.

Поскольку при использовании этого приема чистый контроль отсутствует - его заменяет потенциальная урожайность (X_0^*) - верификация полученных данных возможна повторением такого рода исследований.

На полях каждой культуры образуются группы площадок, различающиеся между собой по факторам роста растений. Эти различия (то есть межгрупповое варьирование) статистически элиминировались путем исключения из дисперсии признаков (как вред-

ных объектов, так и культуры) той ее части, которую контролировали природные (годы, участки поля,) и/или организованные в опытах (поля, варианты удобрений, иных мероприятий) факторы. Тем самым осуществлялся статистический контроль за самоорганизующимися природными и организованными в полевых экспериментах факторами.

Определенный статистический контроль возможен и за разнообразными свободно варьирующими на полях факторами роста культурных растений при определении показателей роли вредоносных видов с помощью признаков- X_L , которые наравне с признаками- X_k вредоносных видов включались в уравнения регрессии. Измерить в поле все сопутствующие факторы, влияющие на

Примеры оценок комплексной вредоносности

Унифицированная методика оценки биocenотических связей особенно эффективна при диагностике фитоценотических отношений в посеве. Практика издавна нуждалась в этих знаниях, но даже последние методики оценки конкуренции и вредоносности сорняков не содержат приемов устранения эффекта замещения ими изначально свободных от культурных растений мест произрастания, что приводит к переоценке потерь от сорной растительности. Сравнение распространенного метода оценки вредоносности сорняков на модельных площадках, где создавался разный уровень засоренности, с методом постоянных площадок при естественном произрастании сорняков на примере подмаренника цепкого *Galium aparine* в посеве озимой пшеницы показало, что в первом случае коэффициент вредоспособности сорняка завышается в несколько раз (Воеводин, Зубков, 1986).

Эффективность предложенных приемов можно продемонстрировать результатами оценки вредоносности основных вредителей и заболеваний на рисе, проведенной по материалам полевых опытов с маркировкой кустов риса на делянках с разными технологиями защиты растений (Буй Ван Ик и др., 1987). Куст

оценку вредоносности, невозможно. Однако продвижение в этом направлении имеется. Следует в качестве переменных X_L выбирать такие признаки, которые интегративно характеризуют условия произрастания культурных растений. Таким собирательным признаком может выступать прежде всего общая фитомасса на постоянной учетной площадке в конце сезона как косвенный показатель сложившихся за сезон условий роста растений. Включение его в уравнение множественной регрессии позволяет статистически усреднить эти условия и, контролируя долю случайной (внутригрупповой) гетерогенности урожайности культуры, реалистичнее показать роль вредоносных видов при ее формировании.

состоял из 4-5 растений риса и представлял вместе с почвой и консументами четко выраженную агроценоконсорцию. Рис повреждался не сильно минующей мухой *Chlorops oryzae* и рисовой листоверткой *Cnaphalocrocis medinalis*, поражался пирикулярриозом *Piricularia oryzae*, гельминтоспориозом *Bipolaris oryzae*, ожогом влагилица листа *Corticium sasakii*.

Влияние вариантов опыта элиминировалось при помощи дисперсионного анализа, расчеты велись с использованием матрицы внутригрупповых корреляций $|r_c|$. Сравнения проведены по четырем моделям оценки влияния вредных объектов $X_k, \dots, X_k'$ на урожайность зерна риса X_0^* (табл. 1):

Модели	X_L	Другие X_k	Уравнения множественной регрессии
1	-	нет	$x_0 = a + b_{0k}x_k$
2	+	нет	$x_0 = a + b_{0k.L}x_k + b_{0k.L}x_L$
3	-	да	$x_0 = a + b_{0k.k'}x_k + \dots + b_{0k'.k}x_{k'}$
4	+	да	$x_0 = a + b_{0kk}x_k + \dots + b_{0kk}x_k + b_{0k.k'}x_{k'}$

В связи со слабым взаимодействием влияний вредных объектов на урожай риса значения $B\%$, рассчитанные по моделям (1) и (3), а также по моделям (2) и (4), различались незначительно (табл. 2).

Таблица 2. Оценка комплексной вредоносности вредителей и болезней риса (CPB, 1985)
Table 2. The estimation of complex harmfulness of rice pests and diseases (Vietnam, 1985)

X_k	Вредные объекты	Коэффициент вредоспособности				Потери в % от потенциального урожая по модели:			
		В% по модели:				урожая по модели:			
		1	2	3	4	1	2	3	4
X_7	Минирующая муха	0.83	0.17	0.80	0.20	0	0	0	0
$X_{7'}$	Листовертка	-0.42	-0.16	-0.45	-0.17	0.6	0.2	0.7	0.2
X_9	Пирикулярриоз	-0.08	-0.47	-0.09	-0.45	0.2	0.9	0.2	0.8
$X_{9'}$	Гельминтоспориоз	-1.51	-0.59	-1.40	-0.50	7.5	2.9	7.0	2.5
$X_{9''}$	Ожог листа	-0.12	-0.07	-0.11	-0.05	4.0	2.1	3.6	1.5
Сумма потерь от вредных объектов						12.3	6.1	11.5	5.0

X_7 и $X_{7'}$ - повреждено листьев, %; $X_{9'}$ - поражено листьев, %; $X_{9''}$ - поражено стеблей, %.

X_7 and $X_{7'}$ - leaves damaged, %; $X_{9'}$ - leaves affected, %; $X_{9''}$ - stems affected, %.

Комплексная вредоносность основных вредителей, болезней и сорняков на посевах озимой пшеницы была оценена в 1977-1982 гг. в Предгорной зоне Ставропольского края. Наблюдения проведены на 170 постоянных площадках 0.1 м² на пяти полях. Расчеты сделаны при элиминировании межгрупповых различий с использованием s_e , p_e , b_e модели-4 таблицы 1 в иерархическом графе связей (рис.).

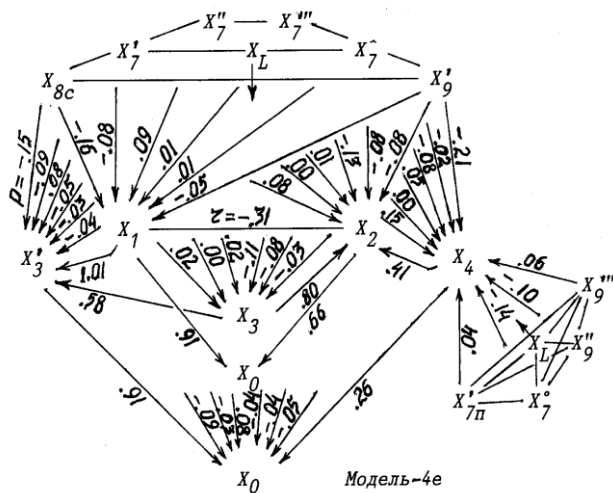


Рис. Статистическая модель влияния вредителей (X_7), фитопатогенов (X_9) и сорняков (X_{8c}) на элементы структуры урожая озимой пшеницы (X_p) сорта Безостая-1. Предгорная зона Ставропольского края, 1977-1982 (Зубков, 1989).

Fig. 1. Statistical model of the influence of pests (X_7), diseases (X_9) and weeds (X_{8c}) on the structural elements of winter wheat yield (X_p) of the cultivar Bezostaya-1 in Foothill area of the Stavropol Territory (Zubkov, 1989)

Причинно-следственные связи изображены стрелками и оценены коэффициентами пути $p_{fk,L}$; X_L - признаки посева, элиминирующие его раннюю гетерогенность и избирательность растений объектами. X_0 - масса зерна, X_1 - число колосоносных стеблей и X_3' - число зерен на площадке, X_2 - масса и X_3 - число зерен колоса, X_4 - масса зерновки. Частная детерминация зависимого признака от определяющих вредных объектов: $d_{1,k,L} = 0.04^*$, $d_{2,k,L} = 0.03$, $d_{3,k,L} = 0.02$, $d_{3',k,L} = 0.04^*$, $d_{4,k,L} = 0.08^*$, $d_{0,k,L} = 0.05^*$ (*существенен при $P \geq 0.95$). X_{8c} - сорные растения, проективное покрытие, %; $X_{7'}$ - шведская муха, поврежденность зачатков стеблей, %; $X_{7''}$ - хлебная жужелица, развитие, %; $X_{7^{'}}$ - злаковые тли, экз/м²; $X_{7^{'}}$ - пилильщик, поврежденность, %; $X_{9'}$ - корневые гнили, пораженность стеблей, %; $X_{9''}$ - мучнистая роса, развитие, %; $X_{7''}$ - пьявица красногрудая, общая степень повреждения*, %; $X_{7'п}$ - шведская муха на подгоне, поврежденность, %; $X_{9'''}$ - бурая ржавчина, развитие, %.

Хорошо видно, что пирикулярриоз обладает положительной, а листовертка и гельминтоспориоз - отрицательной избирательной

способностью: устранение ее при помощи X_L -признаков в первом случае повышалось, а во втором - понижало значения показателей вредоносности объектов. Избирательность возбудителя ожога влагиалища листа не выявлена, как не выявлена вредоносность минирующей мухи.

В итоге более реалистичные оценки потерь зерна от комплекса видов по модели-4 составили 5%, а не в 2 с лишним раза выше по модели-1, которая наиболее часто встречается в литературе. Это цена эффективности применения рекомендуемой к использованию модели-4.

При оценке вредоспособности объектов в процессе регрессионного анализа вредные виды органично разбились на две группы, взаимодействие влияний на урожай пшеницы объектов одной группы с влиянием дру-

гой несущественно.

В первую группу вошли виды, которые могут повлиять на урожайность зерна путем изменения как густоты стеблестоя, так и массы зерен колоса (прямо или опосредованно через густоту): сорняки (X_{8c}), шведская муха *Oscinella* sp. (X_7'), пиявица красногрудая (X_7''), хлебная жужелица *Zabrus tenebrioides* (X_7'''), злаковые тли (преобладала *Sch. graminia*, $X_7^\wedge$) и корневые гнили (X_0' , учтенные при уборке).

Во вторую - виды, влияющие только через второй путь, - хлебный пилильщик (X_7°), мучнистая роса *Erysiphe graminis* (X_9°), бурая ржавчина *Puccinia triticina* (X_9'''). Сюда же отнесены злаковые мухи при повреждении стеблей подгона (X_{7n}) (рис.). Затем рассчитаны уравнения комплексной вредоносности при среднем урожае на полях за годы исследований 41.3 ц/га (табл. 3).

Таблица 3. Оценка комплексной вредоносности вредных организмов на озимой пшенице (по рисунку 1). Ставропольский край, 1977-1982

Table 3. The estimation of complex harmfulness of pest species in winter wheat crops (according to Fig. 1). Stavropol Territory, 1977-1982

Пока- затели	Аргументы уравнений множественной регрессии урожайности пшеницы X_0												Частная детерми- нация, $d_{гк.Л}$	
	по признакам вредных объектов X_k						и X_L							
	первой группы						второй группы							
	$X_{8с}$	X'_{71}	X''_{74}	X'''_{74}	$X^\wedge_{73}$	X'_{91}	$X'_{71п}$	X°_{71}	X''_{94}	X'''_{94}	X_{12}	X°_0		X°_3
$p_{0k.L}$	-0.08	-.02	.08	-.10	-.04	-.05					+	+		.043*
$p_{0k'.L}$							.05	-.08	-.03	.03	+	+	+	.010*
$b_{0k.L}$	-.13	-.05	.67	-.62	-.05	-.05	.16	-.05	-.13	.27	Потери, г/0.1 м ²			
b_{X_k}	-1.44	-.80	.73	-.37	-1.43	-.62	.82	-1.00	-.76	.13	6.42 ... 4.74 ^{oo}			
$B\%$	-.3	-.1	1.5	-1.0	-.1	-.1	.3	-.1	-.3	.5	То же в %			
B_{X_k}	-3.0	-1.6	1.6	-.8	-3.0	-1.3	1.8	-2.1	-1.6	.3	13.5 ... 10.3 ^{oo}			

Обозначения признаков X_k даны в тексте и на рисунке. ^{oo}Потери рассчитаны с учетом положительного влияния вредных объектов. X_0 - масса зерна, X_L : X_{12} - густота пшеницы весной, X_0° - фитомасса и X_3° - число зерен на площадке, $d_{fk'L}$ - частная детерминация X_0 за счет вредных объектов X_k при элиминировании влияния признаков X_L . * $P \geq 0.95$.

The names of X_k attributes are given in the text and in the figure. ^{oo}Yield losses were calculated taking into account the positive effect of harmful species. X_0 - weight of grains, X_L : X_{12} - density of wheat plants in spring, X_0° - phytomass and X_3° - number of grains on a plot, $d_{fk'L}$ - partial determination of X_0 due to pests X_k with elimination of the influence of X_L attributes. * $P \geq 0.95$.

В итоговое уравнение комплексной вредоносности, которую целесообразно выражать в виде уравнения ожидаемого урожая $X_0\%$ (в виде уравнения (2) с коэффициентами вредоспособности $B\%$ (в % от потенци-

альной урожайности при отсутствии сорняков) включены основные вредные объекты:

$$X_{0\%} = 100 - 0.3x_{8c} - 0.1x_{7'} - 1.0x_{7''} - 0.01x_{7'''} - 0.1x_{7^\wedge} - 0.1x_{7^\circ} - 0.1x_{9'} - 0.3x_{9''},$$

где $X_7^{\wedge}$ выражены в экз/м², остальные признаки X_k - в % (рис.).

Общие потери зерна озимой пшеницы составили 7 ц/га или 14% от средней потенциальной (без влияния вредных объектов) урожайности тестовых полей - около 40 ц/га. Выявлено повышение урожайности при слабых повреждениях растений пшеницы личинками красногрудой пядицы, злаковыми мухами стеблей подгона, поражении растений бурой ржавчиной - всего примерно на 3%. Таким образом, резерв увеличения урожая зерна за счет борьбы с вредными организмами на озимой пшенице в Предгорной зоне Ставрополя примерно 10%.

По коэффициентам $B_{\%}$ можно рассчитать экономические пороги вредоносности $ЭПВ_{5\%} = 5/B_{\%}$. В настоящее время в связи с удорожанием средств защиты растений ЭПВ целесообразно рассчитывать для каждого случая химобработки поля. При этом планируются затраты на защиту, принимаются во внимание наличная и прогнозируемая численность вредителя, степень повреждения/поражения растений, ликвидные и неликвидные потери.

С использованием алгоритма расчетов,

показанного в таблице 3, по тому же цифровому массиву проведены оценки комплексной вредоносности восьми наиболее массовых видов сорных растений из 20, встречающихся на полях озимой пшеницы. Это - маки сорные *Papaver roheas* и *P. corniferum* (рассматриваются вместе) ($X_{1м}$), подмаренник цепкий *G. aparine* ($X_{1п}$), конрингия *Conringia orientalis* ($X_{1к}$), гречишка вьюнковая *Polygonum convolvulis* ($X_{1г}$), фиалка полевая *Viola arvensis* ($X_{1ф}$), очный цвет голубой *Anagallis coerulea* ($X_{1о}$) и дымянка Шлейхера *Fumaria Schleicheri* ($X_{1д}$). В число абсолютных доминантов вошли виды мака, подмаренник и фиалка. Плотность этих сорняков достигала на постоянных площадках 100 экз/м².

Маки и конрингия оказались безвредными (табл. 4). Комплексные потери от сорняков в отдельности от влияния вредителей и болезней озимой пшеницы характеризуются несколько выше, чем по уравнению комплексной вредоносности всех вредных объектов исследованных полей (табл. 3), очевидно за счет перешедшей на сорняки доли ответственности за вред, нанесенный другими вредными видами.

Таблица 4. Оценка влияния на урожайность озимой пшеницы X_0 видов сорных растений X_k (экз/0.1 м²). Предгорная зона Ставрополя, 1977-1982

Table 4. The estimation of the influence of weed species X_k (ind./0.1 м²) on winter wheat productivity X_0 . Foothill area of the Stavropol Territory, 1977-1982

Фазы пшеницы	Показатели	Аргументы регрессии X_0 по признакам X_k и X_L							
		$X_{1м}$	$X_{1п}$	$X_{1к}$	$X_{1г}$	$X_{1ф}$	$X_{1о}$	$X_{1д}$	$X_{12} X_0^{\circ}$
Кущение	$r_{0k.k'L}$	.036	-.042	.017	0	-.058	-.026	-.052	++
Выход в трубку	$r_{0k.k'L}$	.018	-.029	0	-.014	-.051	-.014	-.021	++
Налив	$r_{0k.k'L}$	0	-.105	0	-.005	-.055	0	-.001	++
За сезон	$r_{0k.k'L}$	.031	-.075	.011	-.020	-.062	-.017	-.027	++
в среднем	$b_{0k.k'L}$	.38	-.28	.08	-.37	-.30	-.21	-.18	++
Потери	$b_{0k.k'L} \bar{x}_k, г/0.1 м^2$	.34	-.87	.02	-.15	-.90	-.11	-.11	Сумма потерь
	$B_{\%}$	.8	-.6	.2	-.8	-.6	-.4	-.4	1.8 г/0.1 м ²
	$B_{\%} \bar{x}_k$	.7	-1.8	.1	-.3	-1.9	-.2	-.2	или 3.7%
К-во сорняков, шт/0.1 м ²	Средняя	0.9	3.1	0.2	0.4	3.0	0.5	0.6	
	Мах по учетам	10.7	10.2	1.8	1.4	9.0	2.5	8.5	-

Обозначения видов сорняков даны в тексте. r , b - коэффициенты регрессии по модели-4е (табл. 1), $B_{\%}$ - в % от потенциальной урожайности (без влияния вредных объектов). На части полей велась некачественная авиаобработка гербицидом 2,4-Д.

Разработанный полевой метод оценки комплексной вредоносности комплекса вредных видов позволяет объективно сравнивать фитосанитарное благополучие агроценозов как различных систем земледелия, так и систем и приемов защиты растений.

Влияние интенсификации технологий выращивания сельскохозяйственных культур на фитосанитарную обстановку исследовалось на производственных опытах на посевах озимой пшеницы интенсивного сорта Донская-безостая в юго-восточной зоне Ставропольского края в 1985-1987 гг. Сопоставлялись следующие варианты: обычная высоко-

продуктивная технология (ОТ) и интенсифицированная технология (ИТ) без (К) и с применением пестицидов (П). Использовались описанные выше унифицированные методики наблюдений на постоянных учетных площадках 0.1 м² и оценки биоценологических связей статистическими методами.

Эти исследования продолжили предыдущие, проведенные на озимой пшенице экстенсивного возделывания в Предгорном районе в 1977-1982 гг. и описанные выше.

В годы исследований на полях озимой пшеницы на юго-востоке края наблюдалось в целом невысокое обилие вредных организмов (табл. 5).

Таблица 5. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы при разных технологиях возделывания (Ставропольский край)

Table 5. Phytosanitary conditions of winter wheat crops at different technologies of agriculture (the Stavropol Territory)

Учеты	Признаки	Экстенсивная (ТЭ)*	Обычная высокая (ТО)**		Интенсифицированная (ТИ)**		Относительный коэффициент вредоносности (В%)		
			К	П	К	П	ТЭ	ТО	ТИ
Куш.	Сорняки, экз/0.1 м ²	11.1	5.1	3.8	9.0	2.2	-0.23	-0.20	-0.23
Куш.	То же, покрытие, %	13.4	4.8	2.9*	7.3	3.2	-0.30	-0.34	-0.22
Труб.	Пьявица, то же, %	9.3	0.8	1.5	5.9	9.0	1.50	0.31	0.01
Налив	Злаковые тли, то же, %	11.6	91.5	97.5	91.5	88.7	-0.20	-	-
Налив	То же, экз/0.1 м ²	27.8	14.2	19.9	19.8	20.5	-0.10	-0.03	-0.01
Налив	Пилильщик, поврежд-ть, %	20.2	7.7	14.8	6.6	6.5	-0.10	-0.06	-0.02
Налив	Корневые гнили, пораженность, %	13.2	1.6	1.5	3.9	2.1	-0.10	-0.14	-0.10
Налив	Септориоз, развитие, %	0	43.0	22.0	41.2	29.5	-	-0.09	-0.07
Уборка	Масса зерна, г/0.1 м ²	41.3	51.9	66.5	67.2	72.1	41.3	59.2	69.7
Уборка	Потери массы зерна, %***	13.5	11.5	4.4	12.1	4.3			

*1977-1985 гг. (Зубков и др., 1984; Зубков, 1995). **1986 г. (Зубков и др., 1991).

***От потенциальной урожайности (без влияния вредных объектов). К- контроль необработанный, П-семена протравливались фунгицидом байтан-универсал (2 кг/т), посевы обрабатывались гербицидом диаленом (2.2 кг/га) и инсектицидом БИ-58 в апреле (1 кг/га), а также фунгицидами - фундазолом осенью (0.6 кг/га) и тилтом (0.5 кг/га) в мае и июне.

*1977-1985 (Zubkov et al., 1984; Zubkov, 1995). **1986 (Zubkov et al., 1991). ***Percentage of potential productivity (without pests). С – control without pesticide treatment, P – with seed treatment by “Baytan-universal” fungicide (2 kg/t), and crop treatment by “Dialen” herbicide (2.2 kg/ha), “Bi-58” insecticide in April (1 kg/ha) and fungicides: “Fundazole” in autumn (0.6 kg/ha) and “Tilt” in May and June (0.5 kg/ha).

Из основных вредных объектов на посевах отмечены пьявица красногрудая, злаковые тли, хлебный пилильщик, корневые гнили, септориоз (*Septoria tritici*), фузариоз, сорные растения. На полях также встречались в небольшом количестве злаковые мухи

(преобладала опомиза - *Opomyza florum*), полосатые хлебные блошки, личинки шелкунов, вредная черепашка, цикадки, которые отрицательной роли не играли и в дальнейшем не рассматриваются. Не проявились здесь хлебная жужелица, мучнистая роса и

бурая ржавчина, которые имели место в Предгорном районе края. Плотность сорняков доходила до 155 экз/м². Численность пшеницы на опытах не превысила 80 экз/м², а тли - 500 особей/м². Степень развития болезней пшеницы существенно различалась по годам: корневые гнили и септориоз наиболее сильно проявились в одном, а фузариоз - в двух годах из трех при невысокой степени поражения растений.

Удобренное навозом поле, отведенное под ИТ, оказалось более засоренным и заселенным пшеницей, чем поле с ОТ. По обилию злаковых тлей и хлебного пилильщика, степени поражения растений болезнями поля существенно не отличались. Комплекс защитных мероприятий снизил на обоих полях засоренность в весенний период в 1.5-4 раза, к лету - в 4-6 раз, значительно уменьшил пораженность озимой пшеницы в фазу кущения корневыми гнилями, а в период налива зерна - септориозом. Авиаобработка посевов БИ-58 против вредителей не была эффективной. Поврежденность пшеницы краснотелкой пшеницей на участках с пестицидами оказалась в 2 раза выше, чем в контроле.

Развитие озимой пшеницы на опытных посевах шло примерно одинаково: по осенней и весенней густоте стояния, проективному покрытию и высоте растений оба поля существенно не различались. Однако к концу вегетации пшеницы на поле с ИТ сформировался более густой (на 16.8%) продуктивный стеблестой, биологический урожай составил в среднем по всем делянкам 69.7 ц/га - на 17% выше, чем на поле с обычной агротехникой.

Протравливание семян и осенняя обработка посевов фунгицидами несколько замедлили начальный темп развития пшеницы на ОТ и ИТ: по числу побегов на 21 и 8% соответственно. Весной на поле с ИТ растения пшеницы на унавоженных участках с пестицидной защитой обогнали контрольные по стеблеобразованию и проективному покрытию. К концу вегетации на этих обработанных участках сформировался несколько более густой колосоносный стеблестой и

большой биологический урожай (на 7.3%). Более высокая урожайность участков с пестицидами на поле с ОТ (на 28%) была обусловлена большей озерненностью колоса и массой зерновки.

Потери зерна на поле с ОТ оцениваются на беспестицидном контроле в 11.5% от потенциального урожая (без влияния вредных объектов). Пестицидные обработки семян и растений сохранили по расчетам 7% урожая, в то время как рост урожайности на обработанных пестицидами площадках по сравнению с контролем оказалась равной 28%. Разница между этими двумя оценками подтверждает предположение о стимулирующем эффекте использованных на поле с ОТ пестицидов. На поле с ИТ, где предшественником был черный пар и дополнительно вносился навоз, прибавка урожая на обработанных пестицидами площадках в 7% от беспестицидного контроля сопоставима с разностью в потерях зерна от вредных объектов на контрольном и пестицидном фонах в 7.8% (12.1-4.3%) и может быть всецело отнесена на счет эффективности комплекса химзащитных мероприятий, улучшивших фитосанитарное благополучие на этом поле.

Влияние пестицидов на коэффициенты вредоспособности (В%) существенно не проявилось, поэтому В% рассчитаны по каждой технологии в целом. Следует также обратить внимание на то обстоятельство, что потери зерна пшеницы на полях с различной интенсификацией технологий возделывания озимой пшеницы (ЭТ и контрольные варианты ОТ и ИТ) оказались близкими, а оценки потерь на делянках с пестицидами совпали. Технологии возделывания культуры оказали слабое влияние и на величины коэффициентов вредоспособности вредных видов, что позволяет использовать коэффициент В% в качестве критерия вредоносности вида при многочисленных расчетах конкретных ЭПВ. При этом следует иметь в виду соотношение ликвидных и неликвидных потерь. Общие потери с 12% снизились до неликвидных 4%. Ликвидные потери в 7-8% от потенциального урожая зерна озимой пшеницы (без влия-

ния вредных и стимуляции безвредных видов вредителей, болезней и сорняков) - все, чем располагала в 1970-1980 гг. экономика защиты растений в Ставропольском крае в годы отсутствия всплеск численности зловредных вредителей (вредной черепахи, хлебной жужелицы) (Зубков и др., 1991).

Возникает новый аспект разработки экономических порогов вредоносности (ЭПВ), которые целесообразно сверять не только с затратами на борьбу с вредными видами, но и с ликвидными потерями. Предлагаемый метод оценки полевой комплексной вредоносности (Зубков, 1973а, 2005) позволяет, не требуя "абсолютно чистого контроля без вредных объектов и пестицидов", который практически неосуществим, определить и ликвидные и неликвидные потери от вредных видов как разницу между рассчитанными потерями на без- и пестицидном вариантах полевых опытов по защите растений.

Итак, разработанный информационно-статистический подход к оценке биоценологических связей в агроэкосистеме позволяет оценить комплексную вредоносность сорняков, вредителей и болезней с учетом всех известных факторов, ее осложняющих:

- избирательности вредными объектами культурного растения и участков посева, пассивного замещения сорняками свободной территории;
- компенсации отрицательного воздействия поврежденным/пораженным растением и сообществом окружающих растений,
- взаимодействия влияний вредных объектов на культуру.

Получены содержательные оценки вре-

доносности комплекса вредных организмов риса во Вьетнаме - около 5%, озимой пшеницы в Ставрополье в условиях как экстенсивного (около 10%, в т.ч. до 3-4% от сорняков), так и интенсивного земледелия - около 12%, в т.ч. до 2% от сорняков.

Интенсивное земледелие не вызвало заметных сдвигов в общей фитосанитарной обстановке на полях озимой пшеницы.

Повторяемость оценок вредоспособности вредных видов вызывает к оценкам доверительное отношение.

Поскольку алгоритм расчетов комплексной вредоносности включает процедуру очищения характеристик биоценологических связей от влияния погодных условий в годы исследований, почвенного разнообразия полей или участков поля, собираемую на постоянных учетных площадках можно накапливать, при этом уточнять оценки вредоносности, тем самым создавать долговременную базу сопоставимых данных. Эту работу должно было бы давно начать. Высказывались даже определенные намерения (Зубков, Черкашин, 1995) на этот счет. Однако все усилия наблюдателей до сих пор тратятся на получение средней численности популяции вредного вида на поле, в хозяйстве, в районе. Без сопровождения этой громадной работы оценками вредоносности эффективность фитосанитарного мониторинга обесценивается. Парадоксальная ситуация продолжает существовать: целая отрасль производства пестицидов, сотни тысяч людей заняты борьбой с вредоносными объектами, не зная истинной роли последних в формировании урожая сельскохозяйственных культур.

COMING INTO BEING AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY (III)

In the first two parts of the present paper (Vestnik ..., 1 and 2, 2005), major stages of the agrobiocenology development were considered: 1) physiognomic description of agrobiocenoses; 2) ecosystemic development of quantitative agrobiocenology. Among ecosystem approaches, an assessment of biocenotic relations of the agroecocenotic components (between producers and phytophagous organisms, the latter and zoophagous species, etc.) was broached in broad lines. In the present article, quantitative characteristics of the relations between agricultural plants and noxious organisms are explored more thoroughly because of the economic importance of the problem. Special attention is paid to the final step of evaluating the role of heterotrophs – to the estimation of the complex harmfulness of weeds, pests, and diseases of agricultural crops at the level of the field agroecocenosis.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY (Ch. I)

Abstract. The development of agrobiocenology as a science is considered by stages since the mid 30-s of the last century when first relatively complete data on agrobiocenological complexes on field crops were obtained. In 1935, in the Orenburg steppe, a study of complexes of noxious and beneficial insects on cultivated lands compared with neighboring virgin and long-fallow ecosystems was conducted by the team of scientists from VIZR. The results of this study have soon attracted considerable attention in so far as it focused on agrobiocenose as a major subject of investigation. It was considered as a complex of interacting organisms formed on a field crop. With time, several major lines of research have been developed within agrobiocenology. The first part of the article is dealing with the stage of physiognomic description of agrobiocenoses.

The formation of agrobiocenology occurred in short period. Few research expeditions of VIZR (All-Russian Institute of Plant Protection, St.Petersburg) did their work in Orenburg steppes in 1935. One year later brief reports concerning study of field biocenoses were published (Bei-Bienko,1936; Bei-Bienko, Grigor'eva, Chetyrkina,1936; Grigor'eva,1936; Igoshina,1936; Kir'yanova, Gurvich,1936). The started investigations could not be related to any branch of agricultural discipline. As for ecology, it already held a new branch of biocenology dealing with terrestrial communities of organisms as well, but it was very young science and it did not studied field communities yet at that time. The term "ecosystem" (Tansley,1935) was applied in our country much later. Therefore, the term "agrobiocenosis" contained already prefix "agro" that emphasized organisms to be related to soil conditions.

Later, agrobiocenology was named as experimental branch of biogeocenology (Gilyarov,1980a). The latter appeared six years later (Sukachev,1942). G.Bei-Bienko considered that "*study of organism communities in agricultural crops appeared to be the special branch in ecology of animals*" (1961, p.764).

Those works have high priority as they have initiated new agricultural science (agrobiocenology) with a new subject of research, namely agricultural community of organisms in the field. In present time, *agrobiocenology is considered as an important*

branch of modern ecology (Biocenosis...,1986, p.3), plant protection and biogeocenology (Gilyarov,1980b). The definition of agrobiocenology has been included in scientific dictionaries (Reimers,1990). Agrobiocenology is considered as theoretical basis of integrated plant protection (Pavlyushin,1999).

The formation of agrobiocenology occurred in short period. Few research expeditions of VIZR (All-Russian Institute of Plant Protection, St.Petersburg) did their work in Orenburg steppes in 1935. One year later brief reports concerning study of field biocenoses were published (Bei-Bienko,1936; Bei-Bienko, Grigor'eva, Chetyrkina,1936; Grigor'eva,1936; Igoshina,1936; Kir'yanova, Gurvich,1936). The started investigations could not be related to any branch of agricultural discipline. As for ecology, it already held a new branch of biocenology dealing with terrestrial communities of organisms as well, but it was very young science and it did not studied field communities yet at that time. The term "ecosystem" (Tansley,1935) was applied in our country much later. Therefore, the term "agrobiocenosis" contained already prefix "agro" that emphasized organisms to be related to soil conditions.

Later, agrobiocenology was named as experimental branch of biogeocenology (Gilyarov,1980a). The latter appeared six years later (Sukachev,1942). G.Bei-Bienko considered that "*study of organism communities in agricultural crops appeared to be the special branch in*

ecology of animals” (1961, p.764).

Those works have high priority as they have initiated new agricultural science (agrobiocenology) with a new subject of research, namely agricultural community of organisms in the field. In present time, *agrobiocenology is considered as an important*

branch of modern ecology (Biocenosis...,1986, p.3), plant protection and biogeocenology (Gilyarov,1980b). The definition of agrobiocenology has been included in scientific dictionaries (Reimers,1990). Agrobiocenology is considered as theoretical basis of integrated plant protection (Pavlyushin,1999).

Physiognomic description of agrobiocenoses

I have to emphasize again the main feature of agrobiocenology, i.e. its new subject of research. Nobody distinguished agrobiocenosis as original subject before. Insect fauna was described in field for hundred years. As a result, there were many data in entomology concerning mass occurrence of pests. Botanists knew about many species of weeds, and phytopathologists knew about plant diseases. These various materials were only attributed to agricultural plants, being differentiated according to structure of above-mentioned sciences.

G.Bei-Bienko with his colleagues pioneered studying communities of insects and other arthropods in wheat crops and showed that agrobiocenosis developed in every agricultural field being compared with communities of insects in adjoining virgin and old-fallow lands. However, according to the authors, this agrobiocenosis was not so stable as virgin one and, moreover, had seasonal development (Bei-Bienko,1936). The specific composition in agrobiocenoses was completely determined by adjoining wild communities and had less number of species, but every species had greater abundance of individuals. Agrobiocenoses in wheat crops formed very quickly in 1.5-2 months in the next year after ploughing up the virgin communities. Communities in crops with wheat monoculture as well as virgin communities had high specific diversity and stability of soil fauna. In some cases, wheat crops had higher specific diversity than virgin sites due to immigrant species (Tishler,1971).

The old-fallow lands were the most abundant in number of species and number of their individuals. The increase of density in some species occurred in couch-grass and wild-grass commu-

nities, whereas individuals were distributed equally among species in virgin site with constant conditions. Wheat community developed seasonally. The number of individuals of none of the systematic groups of grass and ground-surface dwelling insects and nematodes was more abundant in wheat crop as compared with other habitats (Kir'yanova, Gurvich,1936), excepting some species: larvae of grain noctuid moth *Hadena sordida* (= *Apamea anceps*), cereal bug *Trigonotylus ruficornis*, larvae of thrips *Haplothrips tritici*. The total number of insect individuals increased sharply owing to these species. Composition of communities of soil species was similar in all habitats.

Strong fluctuations of number of some species in old-fallow lands were determined by vegetation. For example, couch-grass communities vegetation consisted of one species entirely, namely *Agropyron repens* (Igoshina,1936), therefore *Meromyza saltatrix* and *Poeciloscytus vulneratus* were dominant species here (Bei-Bienko,1936; Grigor'eva,1936).

Wheat crops were characterized by original and rather constant fauna of invertebrates (about 20 common pests, predators and other species). This fauna was similar from field to field within large territory and included only few species with sometimes extremely high number of individuals (Bei-Bienko,1939). The geobotanic descriptions of vegetation were carried out in virgin and old-fallow sites adjacent to wheat crops (Igoshina,1936). There were little data concerning weeds in agricultural crops: only dominant species were considered (Bei-Bienko,1939). The special role was given to arthropods inhabiting steppe gramineous communities. Some species which can be potential pests of wheat after culti-

vation of virgin communities were described (Grigor'eva,1936).

None of the agrobiocenoses was described before already mentioned VIZR expedition, especially in comparison with wild biocenoses. There was no any work concerning description of agricultural communities among those looked through by G.Bei-Bienko. "*The fact is amazing that even wheat crops were not studied as special communities of plants and animals in any country*" (1939, p.124). It worse to note that results of studying agricultural communities were very poor in other countries many years later. Most ecologists adhered to applied ecology and zoology, although they differentiated "primary" wild communities and "secondary communities of life" sustained by human (Friderks,1932). Some ecologists asserted that studies on "secondary" communities are useless for investigations of nature (Shelford,1912).

Two **methodological conclusions** were followed: 1) *study of some individual components of a biocenosis can not belong to biocenological research* (Bei-Bienko,1936, p.75); 2) *communities of any agricultural plant are original, artificial, biocenoses are characterized by a certain complex of inhabitants belonging to different animals* (i.e., p.123).

In his next publications G.Bei-Bienko defined agricultural communities as "secondary or cultural biocenoses", or more properly to say, "agrobiocenoses", or shortly "agrocenoses". He took the words "secondary biocenoses" to mean an individual field or kitchen-garden and kept this point of view later (1957, 1961). So, he defined the comprehension of agrobiocenosis as referring to one field for a long time.

As for me, I support completely the first viewpoint of G.Bei-Bienko, and I would like to note its excessive categorical content. Besides, the opinion was expressed by himself at the first stage of "*characteristics of specific composition in biocenoses*" (Bei-Bienko et al.,1936). Some features concerning function of agrobiocenosis

would come to light, if total complex of organisms and interactions among them would be investigated. Study on biocenotic relations, e.g.,

interactions among individuals in community, can be also assigned to biocenological research. Description of faunistic and floristic composition of species without interactions among these is a task of other disciplines. Biocenological data concerning interactions among species in community were gradually accumulated before and after that period, transformed according to their own logic. In particular, much data have been got into population biology and lost there as these data have been used only as factors determining number of specific populations.

The investigations of wheat crops were in agreement with scientific problems set in our country at that time. The communities of pests and diseases instead of populations of single pests were studied by VIZR ecologists (Zelenukhin,1936). The practical problems were set to be solved in addition to theoretical ones, namely 1) to obtain parameters of habitat distribution, potential and actual harmfulness of pests for the purposes of territorial zoning of pests and diseases (Shchegolev,1935); 2) to determine complex of economically important pests (Bei-Bienko,1936). The problems were set regarding active human intervention in nature, i.e. "construction of new biocenoses for different economical needs" being maintained in conditions of favorable productivity using natural resources (Troitskii,1932, p.117).

Using modern terminology, there was a break in ideas about principles of organization of communities which had regular connections inside agricultural crops at that time (Gilyarov,1945).

The **main methodological conclusion** can be made on the basis of first pioneering research of plant and arthropod communities by VIZR ecologists. The conclusion is that approach to study organisms in agricultural fields was realized on a level of agrobiocenosis, which is a community of organisms in the field interacted functionally among themselves.

Studies on soil organisms and their complexes were intensively conducted in the 1930-s (Frideriks,1932; Gilyarov, 1945,1965). Later, this branch of knowledge was evolved into biol-

ogy of soil organisms (Aleinikova, 1964; Tishler, 1971; Stebaev, 1976; Chernova, 1977) and found its application in agrobiocenology (Grigor'eva, 1950). A conformity between complexes of soil organisms and different types of soil allowed M. Gilyarov to develop a zoological method for the soil determination, including soils under agriculture. The quantity of soil organisms depends mostly on the type of soil and humus content both in agricultural and wild biogeocenoses (Aleinikova, 1976). The succession in field communities of soil and ground-surface arthropods being tended to decrease of specific diversity and increase of number of individuals in comparison with wild communities was considered (Mordkovich, 1984). In particular, the increase of number and specific diversity in carabid beetles in the fields should be noted. On the contrary, these parameters were greatly decreased in large-sized saprobes including earthworms (Titova, Zhavoronkova, 1965; Mordkovich, 1984). At the same time, the density of micro-arthropods in humus exceeded its maximum values in wild communities (Chernova, 1982). Similarly, the abundance of soil arthropods, according to many authors, considerably increased under influence of organic and mineral fertilizers recompensing its reduction after cultivation.

Agrobiocenological studies were intensively continued 20 years later by the same scientists in the original "experiment" of development of virgin and unused lands in the Kazakh steppe (1954-1962). The dynamics of wheat agrocenosis formation after virgin steppe community disruption was studied. At the first stage, during the short period, the crops were formed owing to the species of the local fauna that survived in agrobiocenoses and migrated from adjoining territories. Weed vegetation was formed also owing to the local flora, including seeds in virgin soil (Grigor'eva, 1962). There was more than 2-fold reduction in number of indigenous species, but approximately 3-fold increase in number of some dominant species, and manifold (dozens and hundreds times) increase in number of most adapted species.

At the second stage, during several years of

wheat growing, crops were enriched by species of weeds and invertebrates. As a result, the wheat crops surpassed the virgin crops by abundance of species, i.e., it was shown for ground beetles (*Carabidae*), and got close to the old-arable lands by that option. The number of the most dominant pests decreased; the correlation between number of entomophagous and phytophagous hexapods increased that improved the self-regulation of agricultural communities (Bei-Bienko, 1957, 1961; Grigor'eva, 1960).

The structure of crops in the old-arable lands is of a special interest. In the Kazakh steppes, the species compositions in virgin and old-arable lands are equally diverse, numbering 200 species. The common quantity of insects is also similar in these communities. Moreover, it remains the same in such communities in the Orenburg and Kazakh steppes, and some species could be replaced by others.

The main property of crops noted above is a temporal and spatial constancy of organisms. As a common result, one can use the T. Grigor'eva's conclusion (1965): agricultural communities do not differ significantly from wild ones. It was named "the agrocenotic succession rule" later (Mordkovich, 1984).

Academician M. Gilyarov noted the similar conformities in the succession of the soil arthropod communities in old-arable lands for other regions of Russia. The constant species composition in cereal, legume and other crops is observed on vast territories (Nefedov, 1953; Boness, 1958; Bodrenkov, 1974; Tishler, 1971). Moreover, M. Gilyarov (1943) showed the resemblance of the common structure of wheat pests between European part of Russia and North America, despite the difference in specific composition.

Field plant communities in the areas of old-arable lands also have stable organization; they are quickly conformed after the change of agricultural measures. T. Grigor'eva distinguished two types of agricultural communities: those formed under conditions of crop rotation and those under conditions of monoculture. The former have a succession terminated annually after

change of a plant, so such communities have limited mechanisms of self-organization. The latter do not have such limitations. Agricultural communities are stabilized when species diversity is increased, their numbers decrease and entomophagous species begin to suppress wheat pests more actively (Grigor'eva, 1968).

These two types of agricultural communities and their differences can explain the existence of the opposite points of view, when agrobiocenoses are compared with either initial and island or climax communities. These types of agrobiocenoses are also treated differently in respect to their self-regulation.

Intensive crop protection measures along with new technologies of plant cultivation were supplied with agrobiocenological monitoring. In particular, observations were carried out in crops in conditions of intensive application of chlorine-organic insecticides for plant protection, in ploughing up virgin lands, in introduction of cereal-and-fallow and row ways of agriculture, and in chemical intensification of agriculture. It was shown that use of non-moulded shallow tilling as well as 3-4-year wheat monoculture in cereal-and-fallow crop rotation can not lead to economically significant crop damage caused by pests. On the contrary, there is a 20-30% increase in biomass of heterotrophic organisms and their specific diversity, and stabilization of the general phytosanitary conditions in crops including increase in predatory/phytophagous insects ratio (Grigor'eva, Zhavoronkova, 1973). Communities of organisms in crops in conditions of shallow tilling are stabilized after some fluctuations in first years "on the same level as in conditions of traditional tilling" (Tanskii, Chumakov, 1984; Tanskii, 1997, p.256). At the same time, vast area under wheat crops (1.5-2 thousand of hectare) in Stavropol region in early 1980-s made for eggs of cereal turtle bug to be less infested by parasites in first generation. This fact promoted prerequisites for mass occurrence of the bug (Glebov, 1993).

Intensive crop protection measures along with new technologies of plant cultivation were supplied with agrobiocenological monitoring. In

particular, observations were carried out in crops in conditions of intensive application of chlorine-organic insecticides for plant protection, in ploughing up virgin lands, in introduction of cereal-and-fallow and row ways of agriculture, and in chemical intensification of agriculture. It was shown that use of non-moulded shallow tilling as well as 3-4-year wheat monoculture in cereal-and-fallow crop rotation can not lead to economically significant crop damage caused by pests. On the contrary, there is a 20-30% increase in biomass of heterotrophic organisms and their specific diversity, and stabilization of the general phytosanitary conditions in crops including increase in predatory/phytophagous insects ratio (Grigor'eva, Zhavoronkova, 1973). Communities of organisms in crops in conditions of shallow tilling are stabilized after some fluctuations in first years "on the same level as in conditions of traditional tilling" (Tanskii, Chumakov, 1984; Tanskii, 1997, p.256). At the same time, vast area under wheat crops (1.5-2 thousand of hectare) in Stavropol region in early 1980-s made for eggs of cereal turtle bug to be less infested by parasites in first generation. This fact promoted prerequisites for mass occurrence of the bug (Glebov, 1993).

The influence of fertilizers on agricultural communities is not so high. Thus, fertilizers have some influence on development rate of phytophagous arthropods and phytopathogenous fungi, but being applied in normal doses, they do not deteriorate general phytosanitary conditions (Tanskii et al., 2001). If the number of leaf-nibble pests tends to be increased owing to high rates of nitric fertilizers, then the number of predatory arthropods is increased as well. Prof. V. Tanskii has made an important conclusion: "the expected effect can not be attained by simple change of crop cultivation technology " (1997, p.256). The conclusion is disputable, but it has advantage to unfounded, rash and speculative judgments concerning the role of agronomical factor in optimization of phytosanitary conditions in crops. The additional influence of modifying factors including special measures for plant protection is needed.

There are much data in the literature concerning great and long-term depression in number of entomophagous species after insecticide treatment of crops. At the same time, the number of some phytophagous species is restored in short period of time, being higher than that before treatment. Most of such examples are dealing with orchards or communities with pests having several generations per year. Insecticide treatment of small areas has another effect: the number of predatory arthropods is restored very quickly, and phytophagous species have low abundance. The strip-like way of pesticide treatment of crops can be attributed to integrated crop protection measures as combination of chemical measures and natural regulative factors (Zubkov, Titova, 1976; Zubkov et al., 1986). There are some reports regarding increase in specific diversity after a single insecticide treatment (Crosley et al., 1987). Most reports say that the number of phytophagous and predatory arthropods is decreased after treatment and then restored depending on chemicals used and on period of their application. Moderate use of insecticides in field (Zaeva, 1965) and in orchards (Tolstova, 1984) does not violate natural regulation of pest communities. As a result, two factors influence pests, namely use of chemicals and pressure of natural enemies (Tanskii, Mamedov, 1992).

The results of the work of E. Sugonyaev and colleagues who studied field communities of cotton in North Afghanistan and Turkmenistan are of a great interest (Stolyarov et al., 1974; Sugonyaev, 1979). The possibilities of natural regulation of arthropods were showed. The crops with conditions of good growth for agricultural plants exist on small territories under cotton surrounded with different vegetation of boundary paths, fences and irrigation ditches. More than 70% of insects are friendly. By high diversity of species (over 300 species of arthropods) the self-regulation of cotton crops is achieved owing to entomophagous species and insect parasites, partly migrated from adjoining territories. The measures for cotton protection are not necessary here (Sugonyaev, Kamalov, 1976).

There are some examples of successful intro-

duction of beneficial species into orchards. The consequences of mass introduction of phytophages into ruderal communities and entomophages into crops were analyzed (Nadykta, 1999). Essential advance has been achieved in use of natural possibilities of entomophagous species in crops and greenhouses (Pavlyushin, 1998). The application of biological agents against agricultural pests has become widely used (Kovalenkov et al., 2004). However, many of the cases of application of biological measures for plant protection were carried out without detailed study on biocenotic effects, as well as introduction of new resistant cultivars. Nevertheless, the ecologically friendly orientation in plant protection measures with long-term management of agroecosystems has taken on special importance (Fadeev et al., 1981; Novozhilov et al., 1993; Sokolov, 1996). It includes wide application of biological measures for plant protection (Sokolov, Korobskoi, 1996; Pavlushin, 1997). It will help to make ecologically stable agroecosystems and landscapes (Zhuchenko, 1993).

All above considered works in methodological respect make the fundamental basis of our modern knowledge of agrobiocenoses and belong to superficial description of communities in crops. This line of investigation in biocenology is based on description of specific composition in different crops (Kashkarov, 1933) and separation of their structural elements, namely homogeneous groupings, layers, synusias and others (Viktorov, 1960).

It was emphasized that territorial features were inappropriate for the characteristic of different communities, it was necessary to proceed from organisms lived there (Beklemishev, 1931). However, this problem is still insufficiently investigated. The description of biocenotic complex including aphids, plants and aphidophagous insects in the fields and adjoining forest belts should be noted. This complex is based on close trophic relationships among its members (Lakhidov, 1997).

Agricultural communities was determined as a complex of organisms in one field (crop) by

agrobiocenologists, so they were not involved in methodological disputes concerning the necessity to outline the monotonous territorial groups in contrast to geobotanists. At the same time, the agrobiocenology has no special methods for comparison and determination of communities used in geobotany. Large work on classification of agricultural ecosystems, based on common description of flora and fauna is waiting for researchers.

The words of G.Bei-Bienko sound like permanent reminding about importance of these studies (1961, p.764): "*it is still too little works embracing all or major part of fauna in agricultural ecosystems*". The conception of biocenosis is used only for description of new species of plants and animals that is a problem of "quantitative faunistic research" (Viktorov,1960).

Geobotanists made a certain contribution to the development of agrobiocenological ideas. They began to consider weed vegetation together with agricultural plants as a plant community long time ago (Sukachev,1910; Braun-Blanquet,1928; Komarov,1935). The term "agricultural phytocenosis" (agricultural plant community) appeared (Kozo-Polyanskii,1932). However, as N.Kamyshev noted (1939), the authors only expressed their positive relation to study field plant communities in most of early works, while

their negation of belonging crops to real plant communities, comparing these with "casual crowd" which, being broken up, will not be able to gather (Pachoskii,1917, p.180). If we take into account that some geobotanists touched such "witty analogies" much later, we understand then, why the organizational structure of agricultural plant communities is spared amazingly less attention. Some geobotanists (N.Kamyshev, 1939; M.Markov, 1967, 1972; A.Chasovennaya, 1975) kept to the viewpoint that plant communities in crops were similar to wild ones. They considered interactions among plants to be the main factor of development of communities. Other geobotanists denied this opinion, considering the environmental (external) factors to be the main (Grodzinskii et

al.,1991). None of the viewpoints has been confirmed experimentally. In both cases, agrophytocenosis is considered as annual or perennial plant community in one field.

In the First Inter-University conference on agrophytocenology in Kazan University in 1967 agrophytocenosis was considered as a plant community of natural biogeocenoses. Later, agrophytocenology was considered as a separate agricultural discipline. At the same time, geobotanists considered phytocenosis as relative concept, "*i.e. contour characterized by certain similarity in vegetation*" convenient for different descriptions (Vasilevich,1983, p.40).

Works on agricultural plant communities had certain results in classification of weed vegetation mostly. This work was made in Tatarstan, Bashkortostan, and in the Upper and Middle Volga Regions most successfully. Weeds as indicators of plant growing conditions were used during the last decade as a main feature in determination of types of field vegetation. Formerly, an agricultural plant was such a feature. The studies of interaction among plants in crops are extremely scarce. The studies on agricultural plant communities still have descriptive character, with only some exceptions.

The investigations of mutual relations among organisms in consortia should be considered. According to N.Beklemishev (1951), consortium is developed on every plant. It is a complex of different species (phytophagous and predatory arthropods, phytopathogeneous fungi) which are connected by trophic and ecotopic relations with plant. Consortia exist in agrocenosis really as well as every plant and can be defined as subsystems of agrocenosis. Consortia are "plant home" but incomplete, there are no abiotic conditions here. Consortia are investigated in autecological level in its interaction with the environment.

"Specific consortium" and other terms belong to gnoseological definitions. The classification of such definitions was needed. There were a number of definitions, for example, "tri-trophic system" is a combination of components of three trophic levels (plants and consumer organisms of 1st and 2nd order (Voronin et al.,1999; Theoretical

bases...,2004)); “pathosystem” is a complex of host and parasitic species related (Sokolov, Philipchuk,1997); “bi-trophic system” is a “parasite-host” system. The term “individual consortium” is assigned to initial definition of consortium.

Such a consortium approach is used in study on immunological properties of cultivars and in superficial description of agrocenoses. However, this approach can not let obtain quantitative estimations of biocenotic relationships, because interactions among plants and animals in community can not be revealed. These estimations are less effective, especially in studying pest harmfulness. As it is known, phytophagous insects promote increased productivity of near-standing uninjured plants, decreasing productivity of injured plant. All attempts to get true estimations are baseless without taking into account this fact. Hence, experimental research (field sampling in unit area of crop) should be carried out in a group of interacting consortia. The plant “cenocell” was considered by Ipatov (1966) as the least plant grouping. The direct interaction among plants occurs in this cell. Then, heterotrophic organisms take up their residence here. As a result, an original complex of interacted organisms is developed, interacting also with the environment. I name this complex agricultural cenococonsortium (agrocenoconsortium). The quantitative estimations of biocenotic relationships can be obtained only in agrocenoconsortia, including their modification in conditions of introduction of new cultivars (Zubkov,1995).

Human is considered as a creator of agricultural ecosystem: he creates a complex of species, i.e. a secondary biocenosis, which is made up of one agricultural plant species. The sustainability of such a biocenosis is maintained by human (Bei-Bienko,1957). Agricultural plant community is also made and maintained by human (Markov,1974; Grodzinskii,1979; Urazaev et al.,1996). The conclusions about artificial nature of agricultural ecosystems and even soils under crops (this opinion also exists!) should obviously follow from such ideas.

Both wild biocenoses and secondary agricul-

tural ecosystems are developed under the influence of natural selection and, as a result, of hard struggle of species for their existence. Human agricultural activity is an additional powerful external factor of natural selection for organisms. Artificial selection takes place only in selection of cultivars. The latter are also under conditions of natural selection, which leads to degradation in their properties that are useful and favorable for human. At the same time, cultivars act as a factor of natural selection for different crop inhabitants.

The main distinction of agricultural ecosystems from wild ones is in external conditions, namely in additional human activity (ploughing up soil, introduction of plant seeds, fertilizers, pesticides etc.). This factor modifies agricultural ecosystems and all their elements, namely soil, plants, phytophagous and predatory animals, saprobes, and microorganisms and leads ecosystems to a certain level of stabilization. Let us make some comparisons. R.Naumov (1975) published data on 74 outbreaks of mass reproduction of the pivotal oak pests for 30 years of observations in the Ulyanovsk Region: gipsy moth had 39 outbreaks, brown-tail moth 19, silkworm 8 and green tortricid moth 8 as well. Cases of synchronous outbreaks of reproduction of herbivorous insects in forests and birch belts in Western Siberia (up to 10 lepidopteran species and 4 species of saw-flies) are rather often and result in full nibble of tree foliage (Kolomiets, Artamonov,1985). In the same years, the isolated instances of mass reproduction are observed among agricultural pests in these regions. There were only four outbreaks of reproduction of beet webworm in Eastern Siberia for 50 years of observations over agricultural pests, and just one outbreak of the species in Western Siberia for the last 20 years.

It is interesting to compare a distinction in estimation of stability of some processes in agricultural and wild ecosystems. The annual sheet surface loss by 50-70% at forest trees is taken as usual, but damage of leaves of agricultural plants (in most cases being completely harmless) causes alarm and appeal to resolute pesticide treatment.

Frequent references to losses of shoots of agricultural plants from pests are often hasty practice conclusions or direct concealment of agronomical failures.

Recognition of human as a "*most powerful external factor*" (Sukachev, 1974, p.10), i.e. additional factor of natural selection, which had a great influence on organization and development of agricultural ecosystems, is an important methodological conclusion.

Obtained results are fundamental basis of agrobiocenological knowledge. They showed the organization of natural communities in conditions of additional human influence on arable lands. Seasonal crops of main agricultural plants (wheat, legume etc.) are structurally stable within large regions, climatic areas and even continents. This is one of the main substantial conclusions on a first stage of agrobiocenological research.

And nevertheless, most authors consider the less degree of self-control of biocenotic processes in agrobiocenoses. Agricultural biocenoses have the lowered ability of self-regulation of biocenotic processes that were generally recognized (Bei-Bienko, 1957; Gilyarov, 1963, 1984; Grigor'eva, 1965; Zaslavskii, Sugonyaev, 1967; Tishler, 1971; Fadeev, 1981; Sytnik et al., 1987; Crosley et al., 1987; Chernyshev, 1994; Vronskii, 1996; Sokolov, 1999).

I shall note once again that all published data and judgments about agricultural biocenoses considered above concern to communities of organisms in one field because it was a subject of agrobiocenological research. Structural organization of agricultural biocenoses on arable lands on a background of economic map of crop areas is difficultly discernible; therefore territorial extent of agricultural biocenosis is associated first of all within the boundaries of one field. However crop is appreciably decomposed and reconstructed within one year and, certainly, does not match the concept of self-regulating biogeocenosis. At the same time, agricultural community has always features of specific composition of heterotrophic organisms inherent in different agricultural crops after its reconstruction. Obviously, agricultural biogeocenoses is a formation wider

than one field.

The prolonged discussion concerning properties of self-regulation of agricultural ecosystem may be resolved conceptually. It is enough to take into account a hypothesis about greater extent of agricultural biogeocenoses than one field, for example, within terrain of many-field crop rotation. "*If agricultural biocenosis is not treated as one field which initial development is annually terminated with a disaster as usual, but a biocenosis of all crop rotation with boundary and inside areas of natural vegetation, then the elements of self-control in agricultural biocenoses will clearly appear*". There is also an additional "horizontal" cirion, i.e. complexes of organisms move after agricultural crop rotation along with biogeochemical "vertical" cycle of matter in such an agricultural biocenosis (Zubkov, 1968, p.43).

On the basis of this theoretical assumption the unification of views on the essence of agricultural biocenosis within terrain of crop rotation can be reached. There is an intensive exchange by animals and weeds between fields of such a crop rotation (Zubkov, 1970). In this case, many statements about inconsistency between agricultural biogeocenosis and wild biogeocenosis lose their sense. The basic features of integral biocenosis: its self-regulation and self-organization are fulfilled in conditions of system-organizing cycles of matter: a biogeochemical and additional biogenic under action of anthropogenic factor.

The degree of self-regulation of biogeochemical processes in agricultural biocenoses can not be measured directly, but it can be expressed by means of subordinate property – its stability. The carried out search has shown that agrobiocenoses are comparable by stability and specific diversity with biocenoses receiving additional energy at river and sea floods (Zubkov, 1995). The increase in specific diversity in agroecosystems is favorable for getting high-quality bioproduction and conservation of natural gene pool. However, it has not proved yet that specific diversity in wild ecosystems is directly connected with their stability (Ryszkowsky, Zyczynska-Baloniak, 1985).

There are resolutely no bases to consider integral agricultural biocenosis less stable and, hence, less self-adjustable than wild primary biocenoses. There are no methodological bases to consider agroecosystems as imperfect ecosystems which should not be investigated for further management.

Physiognomic description of organism communities in crops is still developed. The communities of organisms reducer organisms in soil are intensively described. The complexes of some organisms having potentially regulatory effect on pests are studied. Moreover, the influence of intensive agriculture upon communities of some heterotrophic organisms is revealed (Tanskii et al., 2001, 2003).

The wheat crops are the most investigated. Many of the books, publications and conferences concern communities of different organisms in wheat crops. The physiognomic descriptions as well as description of phytosanitary conditions are done (Biocenosis..., 1986). However, there is no any full characteristic of wheat communities concerning statistical model of some individual wheat crop or mathematical model of typical wheat crop within large regions.

The main tasks of plant protection in our country are related to further development and practical application of the concept of "phytosanitary optimization of agriculture". The problems of plant protection can not be solved in conditions of intensive agriculture without study of structure and function of agroecosystems, computer simulation of biocenotic relationships and stabilization of phytosanitary conditions in crops (Novozhilov, 1996, 1997; Novozhilov, Pavlushin, 1999).

Thus, the essential advance was achieved in description of agroecosystems in crop rotations in the Black-Earth Region (Lahidov, 1997; Lap-

tieva, 2003) and in large orchards (Niyazov et al., 2004) recent years. The intensive work is carried out in agroecological stations of Agricultural Research Institute of Black-Earth Region in the Kamennaya Steppe; in All-Russian Research Institute of Use of Improved Lands in Gubkino (Tver Region); in Agrophysical Research Institute in Menkovo (Leningrad region). The monitoring of specific diversity, population dynamics and harmfulness of some pests is carried out in these stations. Regional agrolandscape stations are founded in the south of Russia, namely Gazyskii station in Kuban region and Shpakovskii station in Stavropol Territory.

It is necessary to note the main thing in the conclusion, i.e. agroecology is ready to make other investigations in addition to physiognomic description of crops. These investigations are studies on trophic structure of crops, informational-statistical simulation of biocenotic relationships in crops and others. Also, agroecology is ready to solve such problems of plant protection and biogeocenology as 1) increase of specific diversity and biological activity of soils in ecosystems; 2) use of natural regulatory processes in ecosystems; 3) development of integral biocenological systems within crop rotations; 4) regulation of phytosanitary conditions in agroecosystems.

FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY (Ch. II)

Abstract. The first stage of development of agrobiocenology, i.e. superficial description of agroecosystems, was considered in the first part of the article. (Plant Protection News, 1, 2005). The given article focuses on ecosystem development of quantitative agrobiocenology, in particular on trophic structure of agroecosystems and quantitative assessment of biocenotic relationships among different organisms. Agroecosystem energetics is started to be under investigations since 1970-s. Agrobiocenology* became a methodological basis for various agricultural sciences.

Agrobiocenology is a young science. It dates back to first articles regarding field communities. These articles were a result of expeditions' research conducted by VIZR scientists in 1935. They were very pioneering at that time. Now agrobiocenology consists of several branches: descriptive agrobiocenology, agrobiocenology of plant communities, and agrobiocenology of reducer soil organisms (mostly bacteria and some fungi), mathematical simulation of agricultural ecosystems and others.

Quantitative agrobiocenology appeared later. It embraces agrobiocenological monitoring research, structure of organism communities in agricultural ecosystems, process of bioproduction, cycle of matter, succession of agroecosystems and their energy development.

The future issues of quantitative agrobiocenology are in development of methodological conceptions and methodical supply of weed and whole agroecosystem monitoring and mathematical simulation of agricultural ecosystems.

Estimation of biocenotic relationships in agroecosystem

The investigations of relationships among crop dwelling species are carried out since the beginning of the 20th century. It is original line of investigation in agrobiocenology. The relationships between cultural plants and pests, phytopathogeneous species and weeds, and also between harmful and beneficial insects are the most important practically.

*Agrobiocenology is sometime named agrocnology. N.F.Reimers (1990) equaled "agrocnology" with "agroecology". However, according to article published agroecology focuses on ways of management in agriculture. This independent branch of science is developed by academician A.A.Zhuchenko.

Some early studies of insect harmfulness conducted by famous Russian entomologists N.N.Troitskii, A.V.Znamenskii, N.V.Kurdyumov and others were summed up by A.A.Lyubishchev in his works (1931a, 1931b). He revealed true estimation of yield losses caused by pests and used statistical approach to the estimation of insect harmfulness. Such studies had long development: from simple ascertaining a fact of yield losses up to the estimation of total harmfulness of weeds, pests and diseases in whole crop rotations.

Furthermore, some new methods were developed. In particular, vegetation method and method of field plots were developed to estimate losses caused by harmful insects and phytopathogeneous species. Similarly, method of model plots was achieved to determine weed harmfulness. Extensive data obtained on agricultural pests and summarized by V.I.Tanskii in his monograph (1988) could afford to extend the theory of relationships between plants and phytophagous organisms and to design economic thresholds of harmfulness for main agricultural pests.

The economic thresholds of harmfulness were actively designed for the most harmful weeds (Voevodin, Zubkov, 1986; Voevodin, 1987) and plant diseases (Chumakov, Zakharova, 1990). The lists of thresholds are regularly published.

Right after increase in computer engineering power the methods of experiments and data processing were also improved, for example, from rough estimations of yield losses from pests comparing two groups of plants (damaged and control) and using coefficient of harm ($K_{\%}$) to complex vegetation experiments with evaluation of interaction between different groups (insects and phytopathogeneous species, insects and weeds etc.). Thus, the other pests have essential influence on plant diseases and their harmfulness (Tan-

skii et al., 2000). Geobotanists designed competition indexes for weeds and cultural plants (Spaar, ed., 2003).

The method of statistical assessment of insect harmfulness used by A.A. Lyubishchev and biocenotic relationships (including predatory species and parasites) got further achievement.

The ecotopographic method for sampling or field biosurvey offered by A.A. Lyubishchev was put into the basis of collecting the data in the field. However, this method was modified into the method of simultaneous sampling of various organisms on permanent sampling plots commensurable with agricultural cenoconsortia (0.1 m^2 for every plot in cereals and other short-height crops). Wright path regression analysis is the best method to estimate biocenotic relationships among organisms (Wright, 1921). It is more convenient for relationship estimation in hierarchical graphs (cultural plant – phytophagous species – predatory species). Wright path coefficient, $\mathbf{p}$ (or standardized regression coefficient) does not only estimate the cause-and-effect relationship, but can afford determining different paths of influence of one element on the other through the third one. In present time, difficult algorithms of path analysis are rather easy for calculation using powerful statistical software like *Statistica*[®]. Moreover, Wright calculated algorithm for determination ($\mathbf{D}$), which can afford to estimate interaction between arguments of regression equation with their influence on dependent variable (and all of this in 1921!).

The unified method of statistical-informational assessment of biocenotic relationships among species using data from sampling plots was offered (Zubkov, 1973, 1973a). Overall approach to the assessment of biocenotic relationships is appeared by multiple regression equation of dependent variable (X_f) along its determinant (X_k) and concomitant (X_L) variables with standardized ($\mathbf{p}$ or $\mathbf{\beta}$) and natural ($\mathbf{b}$) regression coefficients.

This method was successfully applied in some cases. For example, it was used in estimation of the role of predatory and parasitic insects and entomophthorous fungi in determination of aphid number (Zubkov et al., 1982; Voronin et al., 2000); in estimation of degree of coherent seasonal development in aphids and their enemies (Zubkov, Lakhi-

dov, 1999). Also, the productivity stimulation effect was revealed in winter wheat damaged by cereal leaf beetle at late brown rust affection.

The effect of the joint influence of several pests upon cultural plants in case of their interaction is achieved by multiple regression of plant productivity along parameters of the given pests (X_k , X_k' , X_k'' and so on) and along X_L parameters, which are independent on X_k but having an influence upon yield. In the latter case, the total harmfulness is designed. It is expressed in terms of partial regression coefficients, which show "harm ability of a pest per unit of its parameter (relative pest harmfulness). Next step is evaluation of yield losses (common and partial), relative coefficients of harm ability ($B\%$) in percentage from potential productivity and achievement of thresholds of harmfulness for every pest.

The equations of total harmfulness for pests, diseases and weeds were obtained for winter wheat crops in conditions of extensive and intensive technology of cultivation (Zubkov et al., 1989, 1991), for flax crops (Dmitriev, 2003) and for millet crops (Shpanev, 2005). It was revealed at studying relationships among plants in crops that competitive ability in some cultural plants is higher than in weeds. Besides, weed harmfulness is estimated in all crops of crop rotation in Central Black Earth Region (Zhukov, 2004).

Such a quantitative parameter like "relative pest harmfulness" could afford to expand the types of features of cultivar resistance to pests and diseases. It is possible to evaluate the influence of pests, diseases and weeds on plant productivity through different features of cultural plants using statistical software. The influence of regular factors in field experiments (fertilizers, pesticide treatments and etc.) on plant productivity can be estimated in such a way through yield features (Zubkov, 1973, 2003).

Numerous data on agrocnosis structure, methods of an estimation of biocenotic interactions in agrocnoses, of their trophic structures allow to transform phytosanitary monitoring into "agrobioccnological diagnostics" of crop state (Zubkov, 1995). They also allow to pass from survey of species population dynamics on an estimation of the species adjoined number at permanent record plots (closing a monitoring chain "population density – severity/damage rate - yield

losses"), and further on an estimation of others biocenotic relations). The self-descriptiveness of the collected information and efficiency of phytosanitary monitoring much grow.

Ecosystem development of agrobiocenology

Development of agrobiocenological research was under ecosystem ideas since 1970-s (Odum, 1968,1975). Our analysis has demonstrated similarity of one- or many-field agrocenoses and wild ecosystems. The territorial extent of ecosystem does not play an essential role in its modern definition; in most cases it is only meant (Reimers, 1990). E.Odum considered agroecosystems to be "domesticated ecosystems" (1987), which are between natural ecosystems (pratusms, forests) and artificial ones, for example, towns. *"Agricultural ecosystems have the same properties as natural ecological formations"*, R.Hart concluded (1987, p.104). V.N.Sukachev considered agroecosystems to be biogeocenoses too because *"such ecosystems have the most basic property of each biogeocenosis"* (1964, p.33). A.Tansley (1935) who was the author of the term "ecosystem" did not also differentiate between *"human-made ecosystems"* and other ecosystems: the basic processes of vegetation development are identical, no matter how the factors initiating these processes might be directed.

What agroecosystems do authors mean is a question without answer. Uncertainty in ecosystem boundaries and matter makes agroecosystem ideas ambiguous like in case of the term "agrobiocenosis": is it either "community of one crop" or "integral agrobiogeocenosis" covering large area. Hitherto, all investigations were dealing with communities of only one crop.

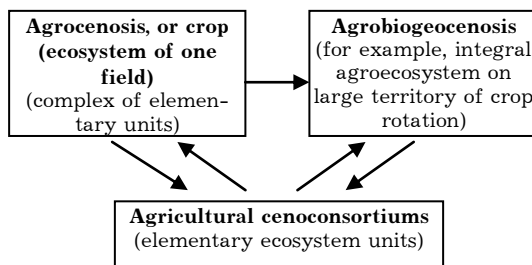
Formation of agrobiocenology methodology started from recognizing agrobiocenosis. Therefore, it was offered to assign to one-crop community the term "agrocenosis" and in other cases to use the term "agrobiogeocenosis". So, according to this differentiation not every agroecosystem is agrobiogeocenosis. Agroecosystem can be applied to individual greenhouse, field or lands of a farm in agricultural terminology. The term "agrobiocenosis" has narrower frameworks.

Agrobiogeocenoses can be considered as elementary units of agricultural landscape, because they cover very large territories, for example within crop rotations; here additional binding rotation of biotic components circulates alongside with biogeochemical circulation and rotation of mineral elements (being compensated by fertilizers), as the response to anthropogenous influences (Zubkov, 1995).

At the same time, all definitions of biogeocenosis are closer to philosophic than to naturalistic ones. The formula applied to it (biogeocenosis = biocenosis + biotope, where biocenosis = phytocenosis + zoocenosis + microbiocenosis) is still widely used in manuals on ecology and, of course, became obsolete. The conditional character of such a partitioning of biogeocenosis is obvious. However, biogeocenosis is still considered as "ecosystem within boundaries of phytocenosis", although the latter is a conditional geobotanical contour of vegetative cover.

The scientific search for systems making structural organization of agrobiogeocenosis found essentially nothing except elementary ecosystem units – agricultural cenoconsortia (Zubkov, 1996), i.e. interacting directly cells of Ipatov-Vasilevich (1969) (autotrophic and heterotrophic cells) in abiotic environment created mainly by groups of neighbouring cultural and weed plants. One-crop community is an ordinary patch from ecosystem point of view. Different crops have only quantitative distinctions in flows of matter. The chemistry of cycles of matter in steppe and crop communities is practically identical (Titlyanova et al., 1979).

Organizational-spatial structure of agricultural ecosystem can be expressed by the following formula:



Agricultural cenoconsortia overlapping make at the same time crops and agrobiogeocenosis. The latter is a natural integral macro-ecosystem with new properties of the trophic organization and phytosanitary conditions, being more stable in time than in wild ecosystems. Agroecosystems are part of agrobiogeocenosis as a physiognomical difference being created due to field agriculture technique and to crop rotation, therefore the feedback from biocenosis to agroecosystem is not outlined (Zubkov, 2000).

Informational field made by a great number of various inhabitants determines specific composition in agricultural cenoconsortia more than human makes it as he brings only seeds of cultural plants. There is a process of self-organization of individuals into cells and then into elementary ecological system, namely geocenoconsortium, where they occupy trophic levels according to their food specialization. Consequently, there is an accumulation of organic matter with solar energy and its chemical transformation by heterotrophic species. Thus, cenoconsortia appearing and "dying" makes temporally and spatially continual and "blinking" coverlet of life.

Expounding V.I. Vernadskii words regarding simultaneous origination of primary species and primary communities on the Earth, it is possible to say that two forms of life meet at geocenoconsortium. The first form is a specific one (individual-family-flock-population) with increased reproduction function and specific biodiversity. The second form is ecosystem one (geocenoconsortium-biogeocenosis) with matter transformation function in conditions of solar energy income. As only individuals have both functions (can reproduce themselves and transform the matter) they are engaged into development of both forms of life.

Population in spite of common idea is not a structural element of ecosystem being the same of species. Population has heterogeneous structure and thus is stratified into individuals or cells, which make cenoconsortia and do their ecosystem work to live and reproduce. Thus, processes inside populations and ecosystems are

temporally simultaneous and make solid picture of life (Zubkov, 1992a, 1996).

Hence, agrobiogeocenosis is an integral unit of ecosystem frame of nature or, speaking modern words elementary unit of agricultural landscape. The late 1960-s were a starting point of trophic structure investigations in agroecosystems (matter gain, transformation and circulation) (Trojan, 1967; Zubkov, Titova, 1968; Grigor'eva, Zhavoronkova, 1973; Karg, 1973; Ryszkowski, 1974). The weight method for biomass evaluation of organisms of three basic trophic levels and energy method for evaluation of live matter consumed by heterotrophic organisms were applied. The methods for calculations of trophic pyramids and live matter flows were designed. As a result, the trophic structures of individual crops and whole crop rotations in Western Siberia and Leningrad Region were represented. The results have confirmed our theses about integral agrobiogeocenosis and one-field agroecosystem.

The comparative analysis of trophic structure of crops carried out between spatially remote wheat, alfalfa and fodder pea crops in Western Siberia had not revealed significant distinctions of these crops on live weight of cultural plants and weeds. Some species of predators, weeds and their phytophagous species were common (Table 1, p. 26).

The biomass of predators and phytophagous species was 3-5 times higher on alfalfa and fodder pea crops than on wheat ones, that is why the trophic intensity in "predators – phytophagous insects" couple appeared rather similar on both crops. Although, the specific composition of arthropods was different in these crops. According to calculations, average daily food requirements (FR) of predatory arthropods made 11-31% from instant stock (IS) of pests' biomass ($C_{ti}\%$ in table 1). The food requirements of herbivorous species on wheat and fodder pea crops were estimated at 0.16-0.35% from available biomass of plants. In other periods, the coefficient of trophic intensity ($C_{ti}\%$) was extremely low within 0.04-0.12% (Tab. 1, p. 25).

The small decrease of IS in predators was observed on alfalfa crops after harvesting, but the

weight of phytophagous insects was remained constant. The middle-sized fauna of wheat and pea crops dispersed mostly on adjoining habitats. According to these data, chemical treatment is needed only for pea crops.

Thus, the crops are more similar among themselves under characteristics of trophic structures in fields of Ob' forest-steppe, than it was possible to expect according to their essential superficial distinction. Moreover, they have similar trophic structure with local wild herbaceous biocenoses.

The biomass of arthropods in wheat crops was greatly lower than that in motley grass biocenosis of Western Siberia (in 8 times for soil arthropods). The biomass of herbivorous insects in steppe and wheat communities was equal: about 500 mg/m² for both sites (Berman, 1970). Moreover, trophic structure was identical in crop rotation ecosystems of North-West Russia and Western Siberia (Tab. 2, p. 26 and 3, p. 26).

Thus, the ecosystemic structure of agrobiogeocenoses begins to be equalized at a level of agrocnoses, having essential physiognomical differences, reaching energy homeostasis at a level of agrobiogeocenoses in crop rotation.

The potential influence of predators upon phytophagous species was high in all crops. Additional statistical analysis of the field data showed that anthropogeneous (agrotechnics) and ecotopic factors have no direct influence upon predatory species. The territory of crop rotation was common for them. Only the influence of weather conditions of different years was significant. Weed phytomass depended equally on cultural plants and ecotopic factors. Only phytophagous organisms were fully coherent with cultural plants in their spatial distribution. The community of organisms peculiar to cultural plants composed on the field every season, but trophic structure of whole agroecosystem (crop rotation) was constant during 3-5 years of research. During rotation of different crops distinctions between them by inhabitants (except weeds) became insignificant (Zubkov, 1992b, 1995).

The complex investigations of biological cycle

of mineral nutritional elements were carried out by Siberian ecologists in cereal crops of steppe region (Titlyanova et al., 1984). The important conclusions were made. In particular, the intensity of bioproduction process and chemistry of cycle of matter are practically equal in steppe ecosystems and cereal crops, but the latter have unbalanced cycle of matter. Only in crop rotation the balance of N, P and K is close to one (Novikov, Yuzhakov, 1990). Succession transformations in communities of ground-surface and soil arthropods towards depletion of specific diversity and efficiency of destructive activity were considered (Mordkovich et al., 1984). At the same time, the microbe destructive activity in plant residues was increased (Gantimurova, 1984). The numerous data were obtained regarding communities of soil organisms, their vital functions at destruction and transformation of organic matter.

Agrobiogeocenosis is a resistant formation with simple ecosystem organization. So, it can resist not only natural but human-made perturbations too. Owing to additional cycle of biotic components, resistant cultivars and agrotechnics, the mass reproduction of many harmful species does not occur, and phytosanitary conditions are more favourable than those in wild ecosystems. Phytosanitary conditions in crop rotation agroecosystems in some regions of Russia are relatively good, except legume crops. So, these conditions can be controlled by agronomical actions including use of various cultivars. Chemical protection of such crops like pea can be applied in early period of its development and like sugar beat in Western Siberia by using seed treatment.

The biocenotic structure of integral crop-rotation ecosystems (by both species composition and trophic structure) confirms a hypothesis concerning integral agrobiogeocenosis (Zubkov, 1970) as many-field ecosystem. Apparently, crop-rotation agroecosystem comprises a minimal unit of higher system, i.e., of agrobiogeocenosis. To search the maximal borders of agrobiogeocenosis is unproductive because of continual segetal vegetative cover of field. However, we can discuss some optimum size of agrobiogeocenosis. First, anthropogenous activity can definitely modify the agrobio-

geocenosis. Second, it is important to demarcate borders to operate on phytosanitary conditions in agroecosystems within the integral agrobiogeocenosis. Arable lands could be considered territories where different systems of agriculture are applied, as well as natural differences, i.e., soil, hydrological, watershed territories.

It is not as clear as it seems in a question what phytosanitary conditions can be in crops under influence of different types of crop rotations, rate of fertilizing and plant protection measures. The literature examination does not answer this question (Lakhidov, 1997; Tanskii et al., 2001, 2003). Quantitative characteristics of the role of harmful and beneficial species in crop rotation agroecosystems wait for their researchers.

The unavoidable yield losses caused by pests are sometimes higher than farmer could expect. However, in this case the benefit which pests could bring outside crops or in off-season is frequently underestimated. These questions have paramount value among problems of agrobiocenology.

In connection with additional energy income (physical power of plow, chemical energy of fertilizers and cultivars) cycle of matter in agrobiogeocenosis is faster and more intensive than that in wild ecosystems. Physical and energy human influence on agroecosystems retains them on initial stage of succession with high productivity and disparity between bioproduction and destruction (Ryszkowski, 1974). Agrobiogeocenosis is always young ecosystem. For example, alfalfa crops on total primary production take second place among terrestrial ecosystems right after tropical woods. Lowland tropical agroecosystems with 2-3 yields of rice per year have higher productivity than local woods. Agrobiogeocenosis is an ecosystem with progressive energy development. It is a typical answer of nature on human activity.

Understanding that agroecosystems consist of elementary ecosystem units – agricultural cenoconsortia, rather than of populations (the latter covers much greater territory than any agroecosystem), we change our methods and methodology for field research and plant protection principles.

For example, full pesticide treatments of crops lose their theoretical basis. Also, there is no need to catch many pests in the field trying to find out their average number as it is much easier to inspect damage rate of plants and make a decision about chemical treatment.

Data obtained during phytosanitary monitoring of crops are used in statistical simulation of agroecosystems. The task is agroecosystem management. Such investigations with special financial support should be conducted at agroecological stations of scientific agricultural institutes. In present time, regional stations of Russian Academy of Agricultural Sciences (RAAS) in the Southern Russia are Gazyrskii station in Kuban region and Shpakovskii station in Stavropol region (Sokolov, Philipchuk, 1997). All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR) carries out complex research in stations of Kamennaya Steppe along with All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands and Agrophysical Research Institute (Zubkov, 1997; Ivanov D.A. et al., 2000; Laptiev, 2003; Zhukov, 2004; Kovalev et al., 2004). It is important to extend number of such stations with good equipment.

The models of integral agroecosystems should be developed to regulate human influence on wild and agricultural ecosystems. This line of investigations is extremely important for well development of national economy (Sokolov, 1999).

It should be said in the conclusion that agrobiocenology has its own methodology and respective methods for field analytical research. It was filled with new branch with reference to plant protection, namely agrobiocenological diagnostics of crop conditions (Zubkov, 1995). The branch has rather achieved methods for research and innovations: a) trophic-energy approach to the integrative characteristic of crops and agroecosystems; b) phytosanitary monitoring of agroecosystems; c) unified procedure of statistical-informational assessment of biocenotic relationships. Also, the branch contains data on trophic structure of crops, total harmfulness of pests and estimations of regulatory role of entomophagous arthropods.

Agrobiocenological diagnostics can afford es-

timating biocenotic role of pesticide treatments. For instance, the influence of pesticide treatments on trophic model of agroecosystems in field experiments with small plots was in biomass and food requirements reduction in wheat pests and predators. At the same time, the potential pressure of predators on pests increased in treated plots (Zubkov, Titova, 1976; Zubkov et al., 1986). The influence of intensive agriculture on crops was small. There was neither affection rate increase in cultural plants caused by pathogens, nor damage rate increase caused by pests. The potential influence of predators and phytophagous species on pests and cultural plants respectively was quite inverse: high in former and small in latter. Intensive agricultural technology in conditions of low abundance of pests and diseases did not make noticeable changes in phytosanitary conditions (Zubkov, Titova et al., 1991).

Forming the theory, methodology and techniques of agroecosystemic researches, the agrobiocenology continues to develop on the basis of recognition of all schools of thought, from agroecological school of G.Y.Bei-Bienko, T.G.Grigor'eva and M.S.Gilyarov to agrobiogeochemical school of A.A.Titlyanova and V.I.Kirjushin. Important lines of investigation in agrobiocenology regarding tasks of plant protection are as follows: study on self-regulatory processes of number in harmful and useful species in agroecosystems; profound study on parameters of biocenotic processes (food relationships among animals, competition between cultural plants and weeds and so on) in agroecosystems and their quantitative assessment.

The tasks of agroecological monitoring (Kashtanov, 1993) regarding land management are study on destructive activity of harmful and beneficial species in ecosystems and agroecosystem succession in conditions of adaptive land management. The respective tasks in plant growing and plant protection are study on biocenotic effects of growing new cultivars and effects of applying adaptive systems of plant protection and phytosanitary optimization of plant growing (Zhuchenko, 1997; Novozhilov, 1997).

Conceptions of self-development and self-regulation of integral agroecosystems make agro-

biocenological methodology to be common for other branches of agricultural science. Agrobiocenology makes a certain contribution to the study on spatial frame of agricultural landscape, trophic structure of 744 agroecosystems and estimation of biocenotic relationships among species (Zubkov, 2005). Thereby, agrobiocenology accomplishes the main task of adaptive agriculture, namely to make highly productive and ecologically resistant agroecosystems and landscapes on the basis of genetic variety in cultivars, biocenotic regulation and total recycling of biogenic and mineral elements (Zhuchenko, 2000, 2004). *"Just agricultural biocenology should become a fundamental biological basis for many guidelines of contemporary agricultural science"*, – academician M.S.Gilyarov wrote (1980, p.21).

In RAAS coordinating research plan for 2001-2005 significant consideration to the agroecological approach in land management, plant growing and plant protection study is given. Complex study on integral crop rotation agroecosystems is carried out by some research institutes (VIZR, All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Agricultural Research Institute of Central Black-Earth region and Agrophysical Research Institute). However, advance development of such an agroecosystem research is restrained poor financial support of agroecological scientific stations.

At the same time, the task is put to provide good phytosanitary conditions in agroecosystems and agricultural landscapes. This task should be accomplished in close cooperation between scientific and practical branches of agriculture, namely land management, plant growing and plant protection etc. The result is restriction of negative influence of pests and other factors upon cultural plants and provision of ecologically pure agricultural production.

Phytosanitary conditions should be provided in modern economical situation by plant protection measures being included into technologies of plant growing with reference to local conditions and obligatory quantitative assessment of the role of harmful and beneficial species in the field (Zubkov, 2003, 2005).

FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCENOLOGY (Ch. III)

Abstract. In the first two parts of the present paper (Zubkov, 2005a,b), major stages of the agrobiocenology development were considered: 1) physiognomic description of agrobiocenoses; and 2) ecosystemic development of quantitative agrobiocenology. Among ecosystem approaches, an assessment of biocenotic relations of the agroecocenotic components (between producers and phytophagous organisms, between the latter and zoophagous species, etc.) was broached in broad lines. In the present article, quantitative characteristics of the relations between agricultural plants and noxious organisms are explored more thoroughly because of the economic importance of the problem. Special attention is paid to the final step of evaluating the role of heterotrophs, to the estimation of the complex harmfulness of weeds, pests, and diseases of agricultural crops at the level of field agrobiocenosis.

Evaluation of weed, pest and disease harmfulness is the most important and fundamental thing of agricultural phytosanitary science, which is dealing with elimination of different unfavourable factors affecting agricultural plants. Maintenance of phytosanitary welfare by means of plant protection measures as well as creation of agroecosystems with high bioproductivity and resistance can not be realized without regular estimation and prediction of yield losses caused by pests. The task arises from adaptive field-husbandry proclaimed by the Russian Academy of Agricultural Sciences (RAAS). At the same time, both overestimation and underestimation of pest effects are equally undesirable to economic and ecological purposes.

Several scientific disciplines are dealing with pest harmfulness on different agricultural plants, namely agricultural entomology, phytopathology, herbology and others. Estimation of complex harmfulness (or total harming activity) of weeds, pests and diseases is totally assigned to agrobiocenology; it is one of its main tasks.

Estimation of complex harmfulness of agricultural weeds, pests and diseases in crops

Having analyzed the situation regarding assessment of yield losses caused by pests and diseases in early 1930-s, researcher of the All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR) professor A.A.Lyubishchev (1931) concluded that “there are no confidential data on yield losses

caused by insects as these data have been obtained with serious methodical mistakes”. He divided yield losses into direct and indirect, actual and potential. Direct losses are the result of plant destruction or their productivity decrease. Indirect losses follow direct ones owing to economic costs (deterioration of food quality and others). Actual losses can be determined in kind, but potential losses can only be predicted.

Prediction of potential yield losses is a thankless job, because it depends on forecast of meteorological conditions and intra-population genetic modifications in harmful species. In spite of accuracy of epiphytotic mathematical models themselves, their prognostic reliability is small. It is more expedient to consider potential losses to be 100% for most of harmful species (it is theoretically possible) and concentrate efforts on statistical estimations of actual losses.

Among serious technical mistakes, A.A.Lyubishchev considered omission of such factors as selectivity of certain plant habitus by pests in their feeding, and damage compensation effect by both damaged plants and near-standing healthy ones. It is very hard to obtain whatever true estimations of pest harmful activity without taking into account both factors. The same factors result in mistakes at approximate determination of yield losses, because these estimations can be improved only in statistical way. A.A.Lyubishchev (1931a), being a supporter of statistical-analytical approach, applied comparison between regression trends, rather than mean

values, of productivity by independent on pests attributes of damaged and undamaged plants (length of stems and ears, etc.).

Unfortunately, the situation with estimation of yield losses caused by pests did not take turn to the better for the last three quarters of the century. In most of experimental works the selectivity factor regarding harmful insects and phytopathogens is not taken into account as well as subsequent damage compensation by plant community. Approximate evaluation of yield losses is still prevailing. At the same time, the rule of presumption of guilt for harmful, as human thinks, species inhabiting crops result in significant exaggeration of the negative influence of pests on the yield. The same thing concerns weeds too. They occupy patches free from agricultural plants before the latter appearing, being partly irresponsible for the harm imputed, not competed with cultural plants for the time being.

A.A.Lyubishchev (1931) also divided losses into liquid, profitably avertable in practice and non-liquid. The latter can not be averted at all or can only be averted with too expensive costs at modern level of knowledge. Liquid losses are determined in field experiments with pesticides. Together they make up total losses. Efficiency of protection measures should be estimated according to comparison with liquid losses in addition to total ones. Scientific institutes should be dealing with the problem of non-liquid losses, making them to be liquid ones by means of working out new methods and facilities.

The given condition is rarely taken into consideration by scientists and especially by experts on plant protection. Well-being of the latter depends traditionally not on the yield saved, but on the amount of conducted or even forthcoming pesticide treatments. The losses caused by pests and phytopathogens before pesticide application can be referred to non-liquid ones. The latter are difficult to determine experimentally, as variant with some "absolutely pure" control (initially without pests and pesticides), variant with natural development of crop community and also variants with pesticides are needed.

A.A.Lyubishchev (1935) differentiated esti-

mation of direct yield losses expressed in natural units from those expressed in monetary units and referred the former ones to the estimation of harmfulness. Let us follow his example and apply the new term "harming ability" (decrease of plant productivity per unit of pest attribute; Zubkov, 1973, 1973a) unlike pest harmfulness per unit area. Let us apply the term "losses" to the harm expressed mainly in monetary units and related to the distribution area of harmful species and decrease of food cost and quality. The losses are a function of many factors including parameters of harmfulness, but of economic circumstances first of all.

Harmfulness of any pest species can not be correctly determined in experiments owing to great variety of factors in the field, in spite of plenty of methods described in the literature and applied for the last century.

Finally, one more important circumstance should be mentioned. Interaction between two or more pests in their common influence on crop is lacking among methodical errors considered by A.A.Lyubishchev*.

As it is known, the evaluation of common harmfulness of several pests by summation of evaluations for everyone results in significant overestimation of their role. The sum of yield losses caused by each pest exceeds often 100% in such cases, though the crop is bumper.

V.I.Tanskii (1984, 1988) has shown that damage of plants caused by one pest has the strong effect on damage caused by another one. In this case, the negative correlation between the damages takes place most frequently; however the positive correlation can also occur. Thus, appearance of the brown rust on wheat plants in vegetation experiments reduced harmfulness of root rots, but cereal aphids enhanced it (Tanskii et al., 2000).

It is known that damage of plants caused by insects promotes development of some plant diseases.

*It was impossible to change the situation at that time, because of lack of powerful computers.

Hence, characteristics of harmfulness ob-

tained for each of species separately at their simultaneous influence on plants lead to incorrect estimation of their role. Ascertainment of complex harmfulness of several pest species in the field experiment with plots requires enormous number of their combinations. That is why the estimation of the role of a pest guild carried out in the experiment on the same field is very unusual thing. Moreover, it is usually calculated for each species separately. Owing to this circumstance, it is obvious that one can give up the illusion to estimate harmfulness in practice even for individual pests, as well as complex influence of pests, diseases and weeds on a crop. At the same time, there is an efficient procedure of estimation of field complex harmfulness.

Considered briefly in the second part of my report (Zubkov, 2005b), the information-statistical approach to the estimation of biocenotic relationships in a crop was worked out in the early 1970-s. It includes the field method for estimation of complex harmfulness of weeds, pests and diseases. The unified methods for data collection in the field on permanent sampling plots and data statistical processing by means of ANOVA and regression and determination analysis were developed (Zubkov, 1973, 1973a, 1981). First equations for complex pest harmfulness were calculated in VIZR (Zubkov, Titova, 1968; Zubkov, 1970).

Approbation of the given information-statistical approach was carried out in some crops, e.g., winter wheat (Zubkov et al., 1984, 1989), rice (Bui Van Yk et al., 1987), haricot in Cuba (Labrada, Zubkov, 1991), cotton in Vietnam, and by young researchers on cultures of the field crop rotation in the Central Black Earth region (Zhukov, 2004; Shpanev, 2005; Zubkov et al., 2005).

Materials and methods

Field data should be collected simultaneously when estimating total harmfulness. The simultaneous sampling of different organisms and phytosanitary conditions of plants are carried out within permanent sampling plots marked with pegs and tied up with packthread on the ground

surface. The area of a permanent sampling plot is commensurable with agroceenoconsortium of 0.1 m² in wheat crops and 1.4 m² in tilled crops. Individuals belonged to autotrophic and heterotrophic cells interact between themselves in agroceenoconsortium. Cell is a group of individuals with direct inter-relations on the principle of "everyone with all others".

Distribution of sampling plots on the field follows systematic layer (typical) way of sampling when plots are arranged in systematic order according to revealed ecological differences or sites (for example, in the middle of the field and along the field's edges). Number of sampling plots follows way of carried out research. The estimations of total harmfulness of species complex can be successfully obtained already at 100 sampling plots. In that connection, the variation series can be annually extended, and, consequently, the results of estimations are made more accurate. The database is designed.

Several simultaneous visual registrations of crop phytosanitary features are carried out on permanent sampling plots for the season. These features include, first of all, density of cultural plants and weeds, their state of development and projective covering of the ground surface, abundance of harmful insects and also damage and affection rate caused by pests and diseases of cultural plants. One-time samples of plant phytomass, the number of soil inhabitants and root diseases are taken near permanent sampling plots. The sheaf from every sampling plot is fully examined by plant structural features at harvesting.

Terminology used in description of crop phytosanitary conditions can be easily unified when estimating numerous biocenotic relationships.

A degree of damage of plants by pests and affection by phytopathogens is expressed by two parameters: damage/affection rate (a fraction or percentage of damaged/affected plants, stems, leaves and so on), and intensity of damage/affection for a group of plants, stems and so on that is expressed in points or percentage according to accepted scales. The term "affection" corresponds to the term "degree of diffusion" of some pathogen accepted in phytopathology. The

general damage/affection rate for a crop is characterized by average general number of damage/affection of plants, stems (the sum of numbers divided by the general number of plants, stems in a sample). It corresponds to the term "degree of development" of a disease.

A degree of crop weediness is measured by number of weeds on the unit area and percentage or number of projective covering of the ground surface by these.

The uniform 6-number scale with the habitual qualitative description of an attribute appearance degree is offered to be the unified numeric scale of damage, affection and weediness intensity expression: 0, 1 – very weak appearance of an attribute (less than 5%), 3 – weak (6-25%), 5 – moderate (26-50%), 7 – strong (51-75%), 9 – very strong (more than 75%). The notation of numbers in only odd figures enables to commensurate values of attributes described by any other scales, including 10-number scale. It is easy to code values of other attributes, developmental stages of hexapods, cultural plants and weeds by means of universal numeric scale.

At statistical data processing, variations between both years and plots are eliminated in ANOVA. So, regression and determination equations are calculated using matrices of within-group correlations. Attributes of various species are united in trophic levels, namely cultural plants (X_f), harmful species (X_k) and features of early crop state (X_L).

Dependence of the yield on pests in case of their low abundance is fitted by linear function. The bond model $X_k \rightarrow X_f$ brought to errors is often used in the literature. Attributes of X_L should be included into equations of X_f along X_k to eliminate the influence of the factor of selectivity of plants by pests and diseases and of free places by weeds. The factor of interaction of the common influence of pest guild on a crop can be taken into account by insertion into the equation of parameters of main harmful species (X_k , X_k' , X_k'' and so on):

$$x_f = a + \sum b_{fk, k'L} X_k + \sum b_{fL, kk'} X_{L'}, \quad (1)$$

where $b_{fk, k'L} X_k$ – coefficient of harming ability

for every species (losses in g/ind., grains/ind., %/ind., g/point and others) which is used in calculation of total losses ($\sum b_{fk, k'L} \bar{x}_k$). Then, potential (without pest influence) productivity (X_0^*) is predicted at $X_k=0$ and mean values of attributes $\bar{X}_L$:

$$x_0^* = \bar{x}_0 - \sum b_{0k, k'L} \bar{x}_k.$$

Total losses and relative coefficients of harming ability $B_{\%}$ can be conveniently expressed in % of potential productivity X_0^* :

$$B_{\%} = 100 b_{0k, k'L} / x_0^*,$$

and field total harmfulness by equation of productivity X_0 :

$$x_0 = x_0^* + \sum b_{0k, k'L} x_k \text{ or } x_{0\%} = 100 + \sum B_{\%} x_k, \quad (2)$$

where $\sum$ – the sign of summation by the number of harmful species.

The process of empirical regression approximation of total harmfulness using statistical software has turned into fascinating procedure of calculation of regression equations satisfying all conditions of the field research. It is necessary to take into account numerous attributes varied freely in the field and to carry out statistical-informational analysis of relationships among attributes on the principle of "black box" with incoming and outgoing information. The investigation of the influence of pest species on structural features of the yield by means of path regression analysis "clarifies" significantly the situation (Fig. 1).

The following items precede selection of the final equation. Firstly, verbal estimation of phytosanitary conditions in crops according to the literature data on damage rates caused by pests, diseases and weeds. Secondly, analysis of common and within-group correlation matrices among attributes of pests and agricultural plants. Thirdly, selection of X_L attributes for every pest species to eliminate its selective ability according to the $r_{0k} \rightarrow p_{0k, L} \rightarrow b_{0k, L}$ model (where p – standardized and b – natural coefficients of harming ability). Valid estimations of the harm caused by either pest species can already be obtained here, because the selectivity factor has

already been taken into account and plant compensation effect of the influence caused by a pest is automatically taken into account by the method for permanent sampling plots where plants interfere actively among themselves within cenoconsortium. And fourthly, pest attributes bunching and significance testing of their influence upon productivity in regression equations using determination analysis.

As there are no absolute control conditions using the given procedure the potential productivity (X_0^*) serves as these. Verification of the data obtained is possible by replication of such investigations.

Sampling plots in every crop differ between themselves by the factors of plant growth. These differences (i.e. between group variations) was statistically eliminated by means of subtraction from the common variation (pests and cultural plants) of its fraction which is under control of natural (years, field patches) and/or experimental (fields, fertilizers and others) factors. Thereby, the statistical control of natural and experimental factors is accomplished.

A certain statistical control for the various factors of cultural plant growth in the field is possible by means of determination of the role of harmful species according to X_L attributes, which were included into regression equations along with X_k attributes of pests. It is impossible to measure all concomitant factors in the field affecting evaluation of harmfulness. However, there is a certain advancement regarding this direction. It ought to choose the attributes as X_L variables, which characterize the conditions of cultural plant growth in general. The total phytomass on a permanent sampling plot at the end of the season as indirect parameter of plant growth conditions for the season can be such an attribute. Including this parameter into the multiple regression equation, we statistically average out growth conditions and, controlling the fraction of casual (within-group) variation of crop productivity, estimate reliably the role of harmful species in productivity formation.

Examples of complex harmfulness

evaluation

The unified method for estimation of biocenotic relationships is especially effective in diagnostics of phytocenotic relationships in a crop. The practice required the given knowledge at all times, but even recent methods for estimation of competition and harmfulness of weeds do not contain ways of elimination of substitution effect for initially free from cultural plants places for growing. It results in overestimation of yield losses caused by weeds. The comparison of widely applied method for weed harmfulness estimation on model plots with different contamination rates vs. the method of permanent sampling plots with natural growing of weeds by the example of bedstraw *Galium aparine* in a winter wheat crop showed that coefficients of harming ability of this weed was several times overstated in first case (Voevodin, Zubkov, 1986).

The efficiency of the offered model can be confirmed by the results of harmfulness estimation of the main pests and diseases in rice carried out on the materials of field experiments with marked rice bunches on plots with different plant protection technologies (Bui Van Yk et al., 1987). The bunch consisted of 4-5 rice plants and could be defined as agrocenoconsortium together with clod and consumer organisms. Rice was damaged slightly by the leaf miner (*Chlorops oryzae*) and the rice leaf roller (*Cnaphalocrocis medinalis*), and was affected by *Piricularia oryzae*, *Bipolaris oryzae* and the leaf sheath burn (*Corticium sasakii*).

The influence of experimental variants was eliminated by means of ANOVA using procedure of within-group correlation matrices $|r_{el}|$. Comparisons were carried out according to four estimation models of the pest influence $X_k, \dots, X_k'$ upon rice productivity X_0^* (Tab. 1, p. 36):

Because of faint interaction among effects of harmful species on rice yield, the B% values calculated by models (1) and (3) as well as by models (2) and (4) differed insignificantly (Tab. 2, p. 37).

It is obvious that *Piricularia* has positive and the leaf roller and *Bipolaris* have negative

selectivity. Hence, the elimination of selectivity effect by means of X_L attributes increased in first case and decreased in second case the parameters of pest harmfulness. The leaf sheath burn selectivity, as well as harmfulness of the leaf miner, have not been revealed.

As a result, more reliable estimations of yield losses caused by a guild of pest species made up 5% according to model-4 unlike to the most commonly used model-1 with twice higher estimations. This is the price of application efficiency of recommended model-4.

Complex harmfulness of the main pests, diseases and weeds in winter wheat crops was estimated in Foothill area of the Stavropol Territory in 1977-1982. Observations were carried out on 170 sampling plots of 0.1 m² in five fields. The between-group variations were eliminated in statistical way using s_e , p_e and b_e parameters in hierarchical bond graph according to model-4 in Table 1 (Fig. 1, p. 37).

Pest species were separated into two groups during statistical estimation of pest harm ability using regression analysis. The interaction between effects upon winter wheat productivity of the given two groups of pests was insignificant. First group included pest species, which can affect grain productivity changing both density of wheat plants and weight of grains in wheat ears (directly or indirectly through density): weeds (X_{8c}), the oat fly *Oscinella* sp. (X_7), cereal leaf beetle (X_7'), corn ground beetle *Zabrus tenebrioides* (X_7''), cereal aphids (spring grain aphid *Schizaphis graminum* was the most common one, $X_7^{\wedge}$) and root rots (X_9 , at harvesting).

Second group included pests, which can affect only through the second way, namely the cereal sawfly (X_7°), mealy dew *Erysiphe graminis* (X_9'), brown rust *Puccinia triticina* (X_9'') and oat fly, when damaging the regrowth caulises (X_{7n}) Fig. 1, p. 38). Then, the equations of total harmfulness were calculated at average productivity 4.13 t/ha for the years of research (Tab. 3, p. 38).

The main harmful species were included into the overall equation of complex harmfulness, which is expressed as equation of expected productivity $X_0\%$ with coefficients of harming abil-

ity $B\%$ (in % of potential productivity without weeds). The equation runs as follows

$$X_{0\%} = 100 - 0.3X_{8c} - 0.1X_7' - 1.0X_7'' - 0.01X_7^{\wedge} - 0.1X_7^{\circ} - 0.1X_9' - 0.3X_9'',$$

where aphids- $X_7^{\wedge}$ are expressed in ind./m², and other X_k attributes in % (Fig.).

The total losses of winter wheat grain made up 0.7 t/ha or 14% of average potential (without pests) productivity in control fields equalled about 4 t/ha. About 3% rise of productivity was revealed at slight damages of wheat plants by larvae of the cereal leaf beetle and regrowth caulises by the cereal flies and also at affection by the brown rust. Thus, grain yield can be about 10% higher owing to protection measures against harmful species in winter wheat crops in Foothill area of the Stavropol Territory.

Economic thresholds of harmfulness ($ETH_{5\%} = 5/B\%$) can be designed using coefficients $B\%$. At present, pesticides become more expensive, and ETH should be designed for every case of pesticide application. At the same time, the costs of plant protection measures are planned, available and predicted abundance of pests, intensity of plant damage/affection and liquid and non-liquid losses are taken into account.

Using the same figures and calculation algorithms shown in Table 3, the estimations of total harmfulness of the eight most abundant weed species out of 20 ones occurred in winter wheat crops were designed. These are weed poppies *Papaver roheas* and *P. somniferum* (considered together) (X_{1P}), bedstraw *G. aparine* (X_{1B}), *Conringia orientalis* (X_{1C}), bind knotweed *Polygonum convolvulis* (X_{1K}), violet *Viola arvensis* (X_{1V}), *Anagallis coerulea* (X_{1A}), and fumitory *Fumaria schleicheri* (X_{1F}). Poppies, violet and bedstraw were the most abundant weeds. Density of the given weeds reached 100 ind./m² on sampling plots.

Poppies and *Conringia orientalis* appeared harmless (Tab. 4, p. 39). Total losses caused by weeds only without the influence of other pests and diseases of winter wheat were somewhat higher than those according to the equation of complex harmfulness of all harmful species (Tab. 3, p. 38). In this case, the fraction of the

harm caused by other pest species fell on the weeds.

Designation of weed species is given in the text. p and b – regression coefficients according to model-4e (Fig. 1), $B_{\%}$ – in % of potential productivity (without the influence of pests). Incorrect aircraft pesticide treatment by 2,4-D herbicide was carried out in some fields.

The developed field method of complex harmfulness estimation for pest species allows comparing phytosanitary well-being of crops of different systems of agriculture as well as systems and methods of plant protection.

The influence of intensive technology on phytosanitary conditions was investigated on winter wheat crops of the intensive cultivar Don-skaya-bezostaya in southeast area of the Stavropol Territory in 1985-1987. The following variants were studied: usual highly productive technology (UT) and intensified technology (IT) without pesticides (C) and with application of pesticides (P). The unified and described above methods for observation on permanent sampling plots of 0.1 m² and estimation of biocenotic relations by statistical procedures were used.

These investigations continued the described above study carried out on winter wheat crops of extensive agriculture in Foothill area in 1977-1982.

The low abundance of pests occurred on winter wheat crops in the southeast of the Territory within research (Tab. 5, p. 40). The cereal leaf beetle (*Lema melanopus*), cereal aphids, wheat sawfly, root rots, septoriosiis (*Septoria tritici*), fusariosiis, and weeds were found among main harmful species in crops. The cereal flies (*Oomyza florum* prevailed), striped cereal flea-beetles, elaterid larvae, cereal bug (*Eurygaster integriceps*), and leafhoppers were also found. These pests were quite less abundant and did not have any negative influence, therefore they are not considered below. The corn ground beetle, mealy dew and brown rust did not occur here in contrast to the Foothill area. Density of weeds reached 155 ind./m². The number of the cereal leaf beetle did not exceed 80 ind./m² and aphids – 500 ind./m². A degree of development of wheat diseases differed essentially within years: the root rots and septoriosiis affected plants most strongly one year only,

but fusariosiis did it two years of three.

The field fertilized with manure and assigned under IT had more weeds and cereal leaf beetles, than the field under UT. The fields did not differ essentially in abundance of the cereal aphids and the wheat sawfly and degree of plant affection by diseases. Plant protection measures lowered weediness in both fields by 1.5-4 times in spring, by 4-6 times in summer, and reduced considerably winter wheat affection by root rots at tillering and by septoriosiis at grain ripening. Air-treatment of crops by BI-58 against pests was not effective. The damage of wheat by the cereal leaf beetle was 2 times higher in plots with pesticides, than that in the control plots.

The development of winter wheat in experimental crops occurred in similar way; both fields did not differ essentially in autumn and spring density, projective covering and height of plants. However, the crop with high density of plants developed on IT field by the end of wheat vegetation (on 16.8%). The biological yield made up 6.97 t/ha in all plots on the average, that is 17% higher than on UT field.

Seed treatment and fungicide treatment of crops in autumn slowed down a little the initial rate of wheat development on UT and IT fields; by 21 and 8% respectively in number of shoots. In the spring, wheat plants on IT field in plots with manure and pesticide treatment had more intensive development of shoots and, consequently, higher projective covering, than the plants had them in control plots. The crop with higher density of plants and biological yield (by 7.3%) developed in these plots to the end of vegetation. More grains in an ear and higher weight of one grain conditioned higher productivity of plots with pesticides on UT field (by 28%).

The grain losses 11.5% of potential productivity can be estimated in the control plots (without pesticides) on UT field. Seed and plant pesticide treatment saved 7% of the yield by calculations, whereas the increase of productivity on the plots with pesticide treatment equalled 28%. The difference between these two estimations confirms the assumption of stimulating effect of

pesticides used on UT field.

In IT field fertilized with manure after fallow, the 7% rise of productivity on plots with pesticide treatment was observed as compared to the control variant; this rise is comparable with a difference in grain losses from harmful species between control and pesticide variants equalled 7.8% and can be entirely referred to the efficiency of chemical plant protection, which improved phytosanitary well-being on the given field.

The influence of pesticides on coefficients of harming ability ($B\%$) was not essentially appeared, therefore $B\%$ was calculated for each technology. It is necessary to note the fact that wheat grain losses in fields with different intensification of winter wheat growing (ET and control variants of UT and IT) appeared to be in concordance with each other and estimations of losses on plots with pesticides coincided. Technologies of winter wheat growing had faint effect upon coefficients of harming ability of pest species. It allows using $B\%$ coefficient as a criterion of harmfulness of a species in case of various calculations of real ETH. At the same time, one should take into account a correlation between liquid and non-liquid losses. Total losses lowered from 12% down to non-liquid 4%. Liquid losses by 7-8% of potential grain productivity of winter wheat (without the influence of harmful and stimulation of harmless species of pests, diseases and weeds). It is all that plant protection economics of the Stavropol Territory got in 1970-1980, when there were no mass occurrence of some pests (the corn bug, corn ground beetle and others) (Zubkov et al., 1991).

The new aspect of elaboration of economic thresholds of harmfulness (ETH) appears. It is expedient to compare these thresholds with liquid and non-liquid losses in addition to the costs for chemical protection against pests. The offered method for estimation of field complex harmfulness (Zubkov, 1973, 2005) allows determining liquid and non-liquid losses caused by harmful species as a difference of losses between variants without and with pesticide application in the field experiments on plant protection. Here, practically unfeasible "absolute pure control

without pests and pesticides" is not needed.

Thus, the developed informational-statistical approach to the evaluation of biocenotic relationships in agroecosystem allows estimating total harmfulness of weeds, pests and diseases, taking into account all known complicated factors, namely

- selectivity of cultural plants and crop patches by pests and substitution of free space by weeds;
- compensation effect of negative influence by a damaged/affected plant or a community of near-standing plants;
- interaction among influences of pests on cultural plants.

Reliable estimations of harmfulness of a guild of noxious species were obtained for rice crops in Vietnam (about 5%), for winter wheat crops in the Stavropol Territory in conditions of both extensive (about 10% including 3-4% from weeds) and intensive agriculture (about 12% including 2% from weeds).

Intensive agriculture did not change essentially the general phytosanitary situation in winter wheat crops.

Similarity of harming ability estimations for pests makes these estimations to be confidential.

Since calculation algorithm of complex harmfulness includes procedure of elimination of the influence of weather conditions within research, soil variety of fields or field patches, the collected information can be accumulated. So, harmfulness estimations are made more accurate and long-term comparable database is created. This work should be commenced long time ago. Even some intentions have been expressed concerning this case (Zubkov, Cherkashin, 1997). However, all efforts of researchers are still wasted for getting average number of pest species population in the field, in the farm, in the region. The efficiency of phytosanitary monitoring without estimations of harmfulness comes to naught. The paradoxical situation still exists: the whole pesticide industry and hundreds thousand people are engaged in chemical struggle with pests, but they even do not know the true influence of pests on crop productivity.

Глава IV*

АГРОБИОЦЕНОЛОГИЯ КАК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ

Поэтапно рассмотрено развитие агробиоценологии. Описание комплексов вредных и полезных насекомых на сельскохозяйственных посевах, начавшееся 70 лет назад экспедицией ученых ВИЗР в оренбургские степи быстро привлекли внимание, поскольку за объект исследований была принята новая сущность - агробиоценоз - сообщество функционально связанных организмов на поле. Со временем в агробиоценологии развилось несколько направлений исследований. Одновременно с описанием агробиоценозов (физиономическое направление исследований) велась оценка роли вредной и полезной деятельности их компонентов, шло формирование методологических основ полевой экспериментальной агробиоценологии. С 1970-х годов начались исследования трофической структуры и энергетического потенциала целостных агробиогценозов на примере севооборотных агроэкосистем (экосистемное направление в агробиоценологии). В настоящее время агробиоценология выступает в роли связующей дисциплины среди полеводческих наук и как один из экспериментальных отделов биогценологии.

Агробиоценологию по праву называют экспериментальным разделом биогценологии (Гиляров, 1980а, 1980б) или "экспериментальной биогценологией" (Гиляров, 1980в)**. С началом земледелия человечество непрерывно экспериментирует с полевыми биогценозами, наибольшим образом фитомелиорирует дикуую природу, оказывая на нее организованное воздействие путем привнесения на поля добавочной энергии сельскохозяйственных машин, удобрений, сортов культурных растений. Много веков человек проводит осознанные опыты по возделыванию сельскохозяйственных культур с целью своего выживания. Поскольку рост населения на Земле продолжается, можно

сделать вывод, что эти опыты оканчиваются для человека и природы в целом положительно.

В связи с тем, что объектом исследований агробиоценологии служат целостные биосистемы сельской природы ранга биогценоза, ее задача выявление закономерности сложения биогценологических комплексов на землях сельско-хозяйственного пользования, слежение за сукцессией агробиогценозов в условиях антропогенного на них воздействия, выполнение ряда прикладных функций в защите растений, в частности, регламентация применения пестицидов через посредство установления порогов численности вредных организмов, когда химическая защита посевов целесообразна.

Как показано В.Тишлером (1960, 1971), многие процессы, происходящие в дикой природе на аутоэкологическом и популяционном уровнях, можно быстрее, дешевле и эффективнее изучать и демонстрировать, экспериментируя на полях. Он привел многочисленные примеры такого сотрудничества с общей экологией. Из задач, возникших в последние годы, можно отметить разработку нормативов антропогенного воздействия на дикуую природу на основе анализа круговорота вещества и расхода солнечной энергии, поступающей на пахотных землях, наиболее подверженных антропогенному воздействию.

*Зубков А.Ф., 2005г.

**М.С.Гиляров агробиоценологию чаще называл агроценологией, как и агробиогценозы - агроценозами. Н.Ф.Реймерс (1990) в качестве синонима "агроценологии" приводит "агроэкологию", однако, если судить по публикациям, направление работ по агроэкологии относится к области организации сельского хозяйства - к иному направлению сельскохозяйственной экологии.

К непосредственным задачам агробиоценологии относятся, в первую очередь, описание видового разнообразия полевых комплексов взаимодействующих организмов, количественная оценка связей между ними и характеристика трофической структуры полевых биоценозов.

Физиономическое описание агроценозов

Основы описательной агробиоценологии были заложены в середине 1930 годов за очень короткий период времени - столь новы были результаты исследований экспедиций ВИЗР 1935-1937 гг. в оренбургские и казахстанские степи (Бей-Биенко, 1936, 1939; Бей-Биенко, Григорьева, Четыркина, 1936). Хотя сухопутные биоценозы в то время уже изучались, но биоценология только развивалась (Фридерикс, 1932; Гаузе, 1936), не затрагивая взаимодействие живых существ в посевах. Отдельные экологи (Shelford, 1912) вообще считали исследования вторичных жизненных сообществ, возникающих на пахотных землях, бесполезными для познания природы. Понятие "экосистема" (Tansley, 1935) было только что озвучено и в России стало применяться много позже. Термин же "агро-биоценоз" содержит префикс "агро", что по определению уже подчеркивает связь в нем живых компонентов с почвой. До становления же биогеоценологии (Сукачев, 1942) оставалось еще шесть лет.

Особенность становления агробиоценологии - в новизне объекта исследований - агробиоценоза. До этого момента никто не выделял агробиоценоз как самостоятельный объект познания, хотя экологи уже различали "*первичные*" естественные и "*вторичные*", поддерживающиеся деятельностью человека, "жизненные сообщества" (Фридерикс, 1932). Многоплановые сведения в земледелии, энтомологии, фитопатологии об энтомонаселении полей, болезнях сельскохозяйственных растений, сеgetальной растительности привязывались в лучшем случае к той или иной возделываемой культуре, дифференцируясь согласно принятым разделам упомянутых

наук.

Г.Я.Бей-Биенко и соавторы впервые показали на примере энтомологических комплексов пшеничных посевов при сравнении с ценозами окружающих участков залежных и целинных земель, что на каждом сельскохозяйственном поле формируется агробиоценоз. Пусть он, по мнению авторов, не такой устойчивый, как окружающие дикие биоценозы, слабо регулируемый, сезонный (Бей-Биенко, 1936, 1939; Бей-Биенко и др., 1936), но агроценоз во многом похож на соседние целинные и залежные биоценозы. Последние оказались наиболее обильными (особенно старая залежь) как по числу видов, так и по численности их особей. На пырейной и бурьянной залежах наблюдаются возрастания плотности отдельных видов, тогда как на устойчивом в течение всего сезона целинном участке виды представлены сравнительно равномерным числом особей. Агроценоз характерен сезонностью. При этом на пшеничном поле ни одна из сравниваемых систематических групп насекомых как обитателей травостоя, так и почвы, по численности особей не превзошла другие стадии. Исключение составили отдельные, связанные со злаками виды фитофагов, за счет которых резко возростала общая численность энтомонаселения. По составу почвенного населения целинные, залежные и полевые ценозы были близки между собой и устойчивы в течение сезона.

В итоге было выявлено, что ценозы пшеничных полей характеризуются своеобразным и относительно устойчивым комплексом взаимодействующих беспозвоночных, повторяющимся от поля к полю на значительной территории, при ярко выраженном в отличие от целинных сообществ доминировании по численности немногих видов. Состав агроценозов можно предугадать на территории целого региона. Монокультурные пшеничные агробиоценозы по старопакоте не уступают целинным биоценозам по видовому богатству и стабильности почвенной фауны. В ряде случаев за счет иммигрантов пшеничные

поля по видовому разнообразию беспозвоночных превосходят целинные участки.

Следует исходить из того, заключает Г.Я.Бей-Биенко (1939, с.123), *"что посевы каждой сельскохозяйственной культуры представляют собой своеобразные искусственные биоценозы, характеризующиеся строго выраженным комплексом обитателей из числа представителей животного царства"*. В последующих публикациях полевые сообщества определяет как *"вторичные или культурные биоценозы"*, которые удобно называть *"агробιοценозами"* или *"агроценозами"*, рассматривая под агробιοценозом сообщества каждого посева, каждого поля, огорода, не меняя эту свою точку зрения и в дальнейшем (1957, 1961, 1980). Тем самым он надолго предопределил понимание агробιοценоза в границах одного поля, закрепив за агробιοценозом неполноту свойств, присущих однопольным одногодовым агроценозам.

Пользуясь современной терминологией, можно сказать, что в эти годы был совершен прорыв в представлениях о сообществах (ценозах) организмов с регулярными биоценоотическими связями на посевах культурных растений. К полевым комплексам организмов стали относиться как к биоценозам (Гиляров, 1945). Этому способствовали исследования по формированию почвенных комплексов организмов (Фридерикс, 1932; Гиляров, 1937, 1949; Григорьева, 1950). Это направление обособилось позднее в отдельную область биологии - педобиологию (Алейникова, 1964; Тишлер, 1971; Стебаев, 1976; Чернова, 1977). Были получены многочисленные данные по сообществам почвообитающих животных, участвующих в трансформации органического вещества. Отмечалось понижение доли сапрофагов на пахотных землях, снижение численности дождевых червей. Позже было показано, что плотность микроартропод в запаханых растительных остатках превышает все максимальные показатели диких биоценозов (Чернова, 1982). В целом почвенная фауна агроцено-

зов, как и диких биогеоценозов, сохраняет свои различия в зависимости от типов почв и их гумусности (Алейникова, 1964, 1976).

Агробιοценологические исследования были интенсивно продолжены через 20 лет в условиях уникального экологического *"эксперимента"* - освоения целинных и залежных земель в казахстанской степи (1954-1962 гг.). Была прослежена динамика формирования пшеничных агроценозов после разрушения целинных биоценозов. На первом этапе в течение непродолжительного времени черты агроценоза складывались за счет выживших и иммигрировавших с окрестных территорий представителей местной фауны. Сорная растительность формировалась также за счет местной флоры, включая запасы семян сегетальных растений на целине. Число целинных видов как общее, так и доминантов сокращалось на полях более чем в два раза, но численность последних возрастала примерно в 3 раза, а наиболее приспособленных к условиям пшеничных полей 2-3 видов фитофагов - в десятки и сотни раз. Сходные с процессами перестройки распаханной целины происходят изменения на землях, осушенных и вовлеченных в сельскохозяйственное использование. На втором этапе протяженностью несколько лет при бессменных посевах пшеницы происходило обогащение агроценозов за счет видов сорных растений и беспозвоночных. По видовому обилию некоторых групп насекомых, например жуужелиц, пшеничные агроценозы превзошли целинные и приблизились по составу и численности населения к ценозам старопашотных земель. Численность наиболее массовых видов растительоядных понизилась, соотношение числа хищных особей к числу жертв возросло, что повысило саморегуляцию агробιοценозов (Бей-Биенко, 1957, 1961; Григорьева, 1960).

Особый интерес представляют материалы по изучению строения агроценозов на старопашотных землях. В казахстанских степях видовой состав насекомых целинных стадий и полей пшеницы на старопашотных землях

одинаково разнообразен и включает около 200 видов. Сопоставима и общая численность членистоногих в травостое пшеницы по старопашоте с таковой на целинных участках. Более того, по общему обилию членистоногих сопоставимыми оказались между собой оренбургские и казахские степи, как целинные их станции, так и стародавние поля под пшеницей. При этом наблюдалось компенсирование обилия одних групп фауны другими. Подтвердилось отмеченное ранее основное свойство агроценозов - постоянство и типичность состава организмов в пространстве и от сезона к сезону. Как общий итог исследований, можно привести вывод Т.Г.Григорьевой (1965): у агробиоценозов не было выявлено принципиальных различий в сложении от природных биоценозов. Позже это будет названо "правилом агроценотической сукцессии" (Мордкович и др., 1984).

Академик М.С.Гиляров отмечает и для других регионов страны сходные закономерности изменения фауны почвообитающих членистоногих на старопашотных полях по сравнению с целинными участками. На обширных пространствах наблюдается постоянство состава ценозов злаковых, бобовых и других полевых культур (Нефедов, 1953; Boness, 1958; Бодренков, 1971, 1974; Тишлер, 1971). Более того, М.С.Гиляров (1943) показал сходство общего построения комплексов вредителей пшеницы Европейской части СССР и Северной Америки несмотря на имеющиеся различия в видовом составе. Сложение сходных комплексов обитателей полей под одной и той же культурой в пределах почвенно-климатической зоны и параллелизм образования таких комплексов на разных континентах служит доказательством закономерного характера формирования агробиоценозов. "Отрицать закономерную биоценотическую структуру агроценозов нет никаких оснований"... Комплексы всех организмов, кроме возделываемого растения, формируется в агроценозах, как и в естественных биоценозах, в процессе естественно-го отбора" (Гиляров, 1984, с.24-25). Комаров

В.Н. (1940) считал, что фитоценозы полей в районах древнего земледелия также имеют вполне определившуюся организацию, они быстро перестраиваются параллельно изменению системы и техники полевого хозяйства.

Т.Г.Григорьева, рассматривая процессы формирования пшеничных агробиоценозов, выделяет, по сути дела, два их типа. Агроценоз, формирующийся на поле севооборота, и агроценоз поля, на котором возделывается монокультура. У первого со сменой сельскохозяйственной культуры сукцессия ежегодно прерывается и проявление механизмов самоорганизации сообщества здесь ограничено. У второго нет препятствий для протекания природных процессов естественной сукцессии и возникновения механизмов регуляции. Стабилизация агробиоценоза проявляется в увеличении разнообразия видового состава, снижении численности видов, в повышении относительного обилия хищных и снижении давления растительноядных видов на культуру (Григорьева, 1968).

Различиями агроценозов этих двух типов можно, вероятно, объяснить диаметрально противоположные аналогии, когда агробиоценозы сравниваются то с сообществами пионерного и островного типов, то с биоценозами в стадии климакса с характерным преобладанием немногих видов. В связи с этими же различиями между агроценозами полей севооборота и поля монокультуры существуют противоречивые точки зрения на саморегуляцию агробиоценозов.

Большинство авторов считало и считает до сих пор слабой степень саморегуляции агробиоценозов (Бей-Биенко, 1957; Гиляров, 1963; Григорьева, 1965; Заславский, Сугоняев, 1967; Тишлер, 1971; Сытник и др., 1987; Кросли и др., 1987; Чернышев, 1994; Вронский, 1996), отмечая пониженную способность к саморегуляции идущих в них биоценологических процессов. По М.С.Гилярову (1984), агроценоз не развивается до саморегулирующегося биоценоза, однако способен к известной саморегуляции гетеротрофного

цикла.

Еще раз отмечу, что все выше рассмотренные опубликованные сведения и суждения относительно полевых агробиоценозов относятся к сообществам организмов одного поля, так как именно оно являлось и является в большинстве случаев предметом агробиоценологических исследований. Карта посевных площадей хорошо заметна, поэтому территориальная протяженность агробиоценоза, прежде всего, ассоциируется с границами одного поля.

Затянувшаяся дискуссия относительно свойств саморегулирования агробиоценоза была разрешена концептуально. Достаточно принять во внимание гипотезу об агробиогенозе большей протяженности, чем одно поле, например, развивающегося на территории многопольного полевого севооборота с экотонами и внутренними участками естественной растительности. В таком агробиогенозе наряду с биогеохимическим "вертикальным" круговоротом вещества циркулирует добавочный круговорот горизонтальный - происходит перемещение комплексов организмов вслед за движением по территории соответствующей сельскохозяйственной культуры. Уже на основе этого теоретического допущения возможно единение взглядов на существо агробиогеноза, развивающегося на территории севооборота, где происходит интенсивный обмен между полями животными и сорными растениями (Зубков, 1970).

Очевидно, агробиогеноз - образование более широкое, чем одно поле. И саморегуляция происходит на его уровне, а не на уровне однополевого ценоза. Многие высказывания о несоответствии агробиогеноза коренному биоценозу теряют смысл. Основные черты целостного биоценоза - его самоорганизация и саморегуляция - проявляются и в условиях действия агроантропогенного фактора. Понятно, что однополевые агроценозы различаются между собой по видовому составу наземного населения, тогда как целостный "севооборотный агробиогеноз" фи-

зиономически стабилен из года в год.

Агробиогенологическими исследованиями в ВИЗР сопровождалась все крупные программы развития сельского хозяйства в СССР: при массовом применении хлорорганических инсектицидов в защите растений, при распашке целинных земель, внедрении пропашной, а позже почвозащитной систем земледелия, интенсификации полеводства с помощью использования химических средств.

Существенный вклад в агробиогенологию был сделан при разработке интегрированной защиты хлопчатника от вредителей в Северном Афганистане и Средней Азии (Сугоняев, 1979). Были получены свидетельства существенной саморегуляции агробиогенозов при отказе от чрезмерного опыления посевов хлопчатника инсектицидами (Сугоняев, Камалов, 1976). Имеются биоценологические описания успешной интродукции полезных видов в садовые биоценозы, последствий выпусков фитофагов рудеральных растений и колонизации энтомофагов в полевые агроценозы.

Все рассмотренные выше работы, составляющие фундаментальную основу современных знаний об агробиогенозах, в методологическом плане относятся к физиономическому (описательно-фаунистическому) направлению биоценологических исследований. Это направление в биоценологии основывается на пространственном подходе к изучению сообществ - выделению однородных группировок, ярусов, синузий как структурных элементов биоценоза (Викторов, 1960), а также морфологической характеристики этих сообществ - определению видового состава (физиономии) выделенных единиц, зависящей от преобладания тех или иных видов (Кашкаров, 1933). Однако, приняв за агробиогеноз комплекс организмов, слагающийся в границах поля (посева), агробиогенологи отмежевались от проблемы выделения биоценологических группировок и избежали методологических споров, которые бурно велись в геоботанике.

Геоботаники внесли заметный вклад в развитие агробиоценологических представлений. Сорно-полевую растительность они давно стали воспринимать вместе с культурными растениями как растительные сообщества (Сукачев, 1910; Braun-Blanquet, 1928; Комаров, 1935), позже как "агрофитоценоз" (Козо-Полянский, 1932). Н.С.Камышев (1939), М.В.Марков (1967, 1972), А.А.Часовенная (1975), считали ведущим фактором их организации взаимоотношения между компонентами. Другие последнее отрицают (Гродзинский и др., 1991), признавая определяющими только факторы среды. Экспериментальных свидетельств ни той, ни другой точки зрения не приводится. И первые, и вторые под агрофитоценозом понимают однолетнее или многолетнее сообщество организмов, образующееся на одном поле.

Агрофитоценология имеет, за малым исключением, описательную флористическую направленность. Наиболее успешно классификация сорной растительности была проведена в Татарстане, Башкортостане, на Верхней и Средней Волге. В то же время классификация агробиоценозов на основе совместного флоро-фаунистического их описания еще ждет своих исследователей. Примеры изучения фитоценологических взаимодействий растений на полях крайне редки.

По отношению к агробиоценозам человек рассматривается чаще как их создатель: он создает комплекс видов - вторичный биоценоз с характерными чертами растительного покрова, который складывается обычно из одного вида, и устойчивость которого определяется человеком (Бей-Биенко, 1957). Агрофитоценоз - продукт человеческого труда, его видовой состав в полной мере зависит от произвола человека (Марков, 1974; Гродзинский, 1979; Уразаев и др., 1996). Из этих представлений неизбежно должны были последовать и последовали суждения об искусственности агробиоценозов и даже почв, на которых они образуются.

Однако агробиоценоз формируется, как и

дикие биоценозы, в процессе естественного отбора в результате острой борьбы местных видов за существование (причина его саморегуляции). Хозяйственная деятельность человека для организмов является лишь добавочным мощным фактором естественного отбора. Искусственный отбор в полеводстве имеет место только при селекции сортов сельскохозяйственных культур. Возделываемые сорта сами подпадают под естественный отбор и деградируют, являясь в то же время для других полевых обитателей также фактором естественного отбора.

Главное отличие агробиоценоза от диких биогеоценозов не в нем самом, а в условиях его существования - в той добавочной к природным факторам искусственной компоненте - антропогенной деятельности человека (энергия плуга, интродукция семян культурных растений, удобрения, пестициды и др.). Антропогенный фактор модифицирует агробиогеоценоз, что не может не привести к определенной его стабилизации.

Степень самоорганизации агробиоценозов, саморегуляции (самоподдержания) идущих в них биохимических процессов измерить непосредственно невозможно, но можно выразить через посредство соподчиненного свойства - их стабильности. Проведенный литературный поиск показал, что агробиоценозы по стабильности и видовому разнообразию сопоставимы с биоценозами, получающими дополнительную энергию при разливе рек или с морскими приливами. Нет решительно никаких оснований считать целостный агробиоценоз менее устойчивым, менее стабильным и, следовательно, менее саморегулируемым, чем местные первичные биоценозы, если не принимать за таковой агроценоз отдельного поля (Зубков, 1995).

Более того, фитосанитарная обстановка в целом в агроценозах со временем постепенно стабилизироваться, что можно видеть в масштабе целых регионов, в частности, на Северо-Западе РФ, в Западной Сибири. Так, например, по данным Р.В.Наумова (1975), за 30 лет наблюдений в Ульяновской области

отмечено 74 вспышки размножения главнейших вредителей леса. Случаи синхронных вспышек размножения листогрызущих насекомых в лесах и березовых колках Западной Сибири (до 10 видов чешуекрылых и 4 видов пилильщиков) довольно часты и заканчиваются полным объеданием листьев деревьев (Коломиец, Артамонов, 1985). В те же годы в этих регионах среди вредителей сельскохозяйственных культур отмечены буквально единичные массовые размножения отдельных видов вредителей. В Восточной Сибири за 50 лет наблюдений за вредителями сельскохозяйственных культур зафиксировано только 4 вспышки лугового мотылька на пахотных землях, в Западной Сибири за последние 20 лет - одна.

Признание человека *"лишь мощнейшим экзогенным фактором"* (Сукачев, 1974, с.10) антропогенного воздействия - добавочным фактором естественного отбора, на фоне которого формируются и развиваются агроценозы, - является важным методологическим выводом из истории познания агробиоценозов.

Физиономическое направление в агробиоценологии далеко не исчерпало себя. Дальнейшее развитие получили исследования полевых комплексов редуцентов органического вещества в почве и на ее поверхности. Выполнены исследования комплексов организмов, оказывающих потенциально регулирующее влияние на вредителей культурных растений, а также исследования влияния условий интенсивного земледелия на группы гетеротрофов (Танский и др., 2001, 2003). Важнейшие задачи, стоящие перед защитой растений, связаны с дальнейшей разработкой и практической реализацией развиваемой в нашей стране стратегии *"фитосанитарной оптимизации агроценозов"* в условиях интенсивного адаптивного растениеводства. Решение задач защиты растений невозможно без изучения структуры и функционирования агробиоценозов разного уровня сложности, изучения и компьютерного моделирования агробиоценологических про-

цессов (Новожилов, Павлюшин, 1999). Существенное продвижение произошло в описании биоразнообразия агроландшафтов (Столяров, 1997), характеристики целостных агробиоценозов полевых севооборотов ЦЧП (Лахидов, 1997; Лаптев, 2003), крупных массивов насаждений плодовых культур (Ниязов и др., 2004).

Накопленные знания на первом этапе становления агробиоценологии позволили развить кроме физиономического другие направления исследований, имеющие место в современной биогеоценологии, формировать агробиоценологическую методологию и методику изучения агроэкосистем.

Оценка биоценологических связей в агроценозах

Исследования по оценке взаимоотношений между видами, обитающими на полях составляют самостоятельное направление в агробиоценологии. Наибольший интерес вызывают взаимосвязи между сельскохозяйственными культурами, их вредителями, фитопатогенами и сорными растениями. Ряд ранних исследований известных русских энтомологов - А.В.Знаменского, Н.В.Курдюмова и других по вредоносности насекомых завершился работами А.А.Любищева (1931а, 1931б), который основал статистическое направление в оценке потерь от вредных организмов. Это направление прошло длительный путь - от констатации гибели части или всего урожая до оценки комплексной вредоносности сорных растений, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур всего севооборота.

Были развиты вегетационный и полевой деляночный методы оценки потерь от вредных видов насекомых и фитопатогенов, метод модельных площадок с целью определения вредоносности сорняков. Обширные сведения, полученные по вредителям сельскохозяйственных культур, позволили углубить теорию взаимоотношений растений и их фитофагов, разработать экономические пороги вредоносности основных вредителей

сельскохозяйственных культур (Танский, 1988), а позже наиболее вредоносных возбудителей болезней и сорняков. Списки порогов вредных объектов регулярно обновляются.

Вслед за развитием вычислительной техники шло усовершенствование методики проводимых опытов и способов обработки данных - от ориентировочных оценок потерь от вредных организмов путем сравнения поврежденной и неповрежденной групп растений с использованием коэффициента вредности ($K\%$) к многофакторным вегетационным опытам с оценкой взаимодействия между разными объектами (насекомыми и фитопатогенами, насекомыми и сорняками и т.д.). Так, было показано существенное влияние на вредоносность фитопатогенов присутствие на растениях других вредных организмов (Танский и др., 2000). Гербологами разработан способ определения индексов конкуренции сорняков с культурными растениями (Шпаар/ред., 2003).

Развитие получила методика статистической оценки полевой вредоносности насекомых А.А.Любищева, роли хищников и паразитов. Экотопографический метод полевого учета был модифицирован до метода единовременных замаркированных учетных площадках, соизмеримых с протяженностью растительной ценочечки В.С.Ипатова (1966). В итоге была предложена унифицированная методика статистико-информационной оценки биоценологических связей между компонентами агроценоза по полевой информации с постоянных учетных площадок (Зубков, 1973).

С ее помощью оценена роль хищных и паразитических насекомых в определении численности тлей (Зубков и др., 1982; Воронин и др., 2000), взаимовлияние видов в афидоценокомплексе (Зубков, Лахидов, 1999). Методика позволяет оценивать комплексную вредоносность сорняков, болезней и фитофагов с учетом взаимодействия влияний, оказываемых комплексом вредных организмов на формирование урожая сельскохозяйственных культур (Зубков и др., 1989; Дмитриев, 2003; Шпанев, 2004; Жуков,

2004), как и биоценологические связи между компонентами экосистем. Этот подход дает возможность также проследить влияние организованных факторов в полевых опытах на урожайность через посредство элементов урожая (Зубков, 1973, 1973а, 2003).

Многочисленные сведения по составу агроценозов и взаимодействию в них видов, методическое обеспечение оценки биоценологических связей в агроценозах, трофических структур последних позволяет перевести фитосанитарный мониторинг на уровень "агробиоценологической диагностики" состояния посевов (Зубков, 1995). Перейти от слежения за динамикой численности объектов порознь к оценке сопряженной численности объектов на постоянных учетных площадках, замкнув цепочку наблюдений "численность - степень повреждения/поражения - потери урожая. При этом многократно возрастает информативность собранной информации, эффективность фитосанитарного и экологического мониторингов.

Экосистемное направление в агробиоценологии

Развитие агробиоценологии с 1970-х годов протекало под влиянием экосистемных воззрений (Одум, 1968, 1975). Необходимо определиться в терминологии. Между дикими экосистемами и антропогенными экосистемами не делается принципиальных различий (Tansley, 1935; Одум (1987); Харт, 1987). Какие агроэкосистемы при этом имеют в виду авторы - остается неясным, тем более что в современном определении экосистемы территориальная ее протяженность не играет существенной роли, в большинстве случаев она только подразумевается (Реймерс, 1990).

Неопределенность по содержанию, безранговость и безразмерность по объему в представлениях об агроэкосистемах существенно обесценивают собираемую полевую информацию и приводят к такой же путанице, как и термин "агробиоценоз" - то ли это "ценоз поля", то ли "целостный агробиогеоце-

ноз".

Агробιοценозы В.Н.Сукачев так же считал биогеоценозами, поскольку *"самое основное свойство каждого биогеоценоза имеется и здесь"* (1964, с.33), подчеркивая, что биогеоценоз - это участок земной поверхности. Поскольку формирование агробιοценологической методологии зависит от понимания агробιοценоза, было предложено закрепить за ценозом поля термин "агроценоз", а за агробιοценозом гораздо большей протяженности со свойствами самоорганизации и саморегуляции - "агробιοгеοценоз"*. Тогда далеко не каждая агроэкосистема суть агробιοгеοценоз. Он же - экосистема ранга биогеоценоза. Если агроэкосистемой считают и грядку на огороде, и поле, и агроландшафт (в дефиниции "агроэкосистема агроландшафта"), то в отношении термина "агробιοгеοценоз" такой вольности обычно не допускается. Агробιοгеοценозы можно рассматривать в качестве элементарных экосистемно-целостных единиц агроландшафта, поскольку каждый из них самоорганизуется на значительной площади и устойчиво функционирует, например, на территории крупных сбалансированных полевых севооборотов, где вынос вещества компенсируется удобрениями, и как ответ на антропогенные воздействия циркулирует, повторяю еще раз, добавочный связующий круговорот биотических компонентов (Зубков, 1995).

В то же время все определения биогеоценоза ближе философским, чем к естественно-натуралистическим. Его общая формула (биогеоценоз = биоценоз + биотоп, где биоценоз = фитоценоз + зооценоз + микробиоценоз), используемая и в настоящее время в учебниках по экологии, гносеологична и не имеет ничего общего с реальными природными объектами. Поиск материальных систем (объект-систем) в экосистемной структурной организации агробιοгеοценоза не выявил ничего, кроме элементарных экосистемок (названных мной агроценоконсорциями) - непосредственно взаимодействующих автотрофной и гетеротрофных ценояче-

ек (Василевич, Ипатов, 1969) с окружающей их средой. Занятое агроценоконсорцией пространство определяется в основном группой соседствующих и непосредственно взаимодействующих культурных и сорных растений.

Агроценоконсорции, трансгрессируя, составляют агроценозы (ценозы полей), последние - агробιοгеοценоз - природную макроэкосистему более целостную, чем каждый из агроценозов, с новыми качествами устойчивой во времени трофической организации и более стабильной, чем в диких условиях, фитосанитарной обстановкой.

Агроценозы входят в состав агробιοгеοценоза на правах физиономической разности, которая создается благодаря полевой агротехнике и севообороту, поэтому обратная связь от биогеоценоза к агроценозу не проведена.

Агробιοгеοценоз, в свою очередь, своим информационным полем (множеством особей) определяет и поддерживает видовой состав агроценоконсорций в несравненно большей мере, чем человек, привносящий в них только диаспоры культурных растений.

Особи видов в ценоконсорции самоорганизуются в ценоячейки и, далее, в элементарную экосистемку и занимают соответствующие трофические уровни - начинается трансформация вещества под напором энергии Солнца. Так ценоконсорции, образуясь и распадаясь, создают непрерывный во времени и континуальный в пространстве ковер жизни

Можно сказать, интерпретируя высказывание В.И.Вернадского (1931) относительно одновременного возникновения на земле и первичных видов, и первичных биоценозов, что в геоценоконсорциях пересекаются две формы развития живого - видовая (особь-

*Строго говоря, частица "гео" в слове "агробιοгеοценоз" лишняя, так как префикс "агро" имеет то же значение. Однако в силу неоднозначности термина "агробιοценоз" целесообразно пойти на это симантическое излишество. семья-стая-популяция) с функциями расширенного воспроизводства особей вида и рос-

та видового разнообразия и экосистемная (геоценоконсорция-биогеоценоз) с функцией трансформации вещества в условиях притока солнечной энергии. Поскольку только особи видов бифункциональны - обладают способностью и к размножению, и к трансформации вещества с помощью конечностей, челюстей и кишечника, только они участвуют как в видовой форме развития жизни, так и экосистемной форме (Зубков, 1992а). Популяция, являясь структурной единицей вида, вопреки устоявшимся представлениям не входит в экосистемную структуру биогеоценоза. Ее особи входят в геоценоконсорции, где (и только там) участвуют в биоценологических и биогеохимических процессах.

Итак, агробиогеоценоз - элементарная целостная единица экосистемной структуры сельской природы. Это сельскохозяйственная территория, где самоорганизуется комплекс функционально связанных организмов, осуществляющих на основе саморегуляции продукционно-деструктивных процессов полный биогеохимический круговорот биокосного вещества под влиянием текущей солнечной энергии и добавочной привносимой человеком энергии сельхозмашин, удобрений и сортов. Исследования основной сути агробиогеоценоза - трофической его структуры, которая характеризует прирост, трансформацию и круговорот вещества на его территории, начались в конце 1960-х годов (Trojan, 1967; Зубков, Титова, 1968; Григорьева, Жаворонкова, 1973; Karg, 1973; Ryszkowski, 1974). Использовались весовой метод оценки биомассы компонентов основных трофических уровней агроценоза и энергетический принцип оценки потоков потребляемого гетеротрофами вещества.

По материалам полевых наблюдений на ценоконсорционном уровне с использованием биоценометра с учетной площадью, соизмеримой с размером агроценоконсорции, представлены трофоструктуры сначала посевов яровой пшеницы и люцерны, а позже - агроценозов всего кормового севооборота в Западной Сибири и на Северо-Западе РФ

(Зубков, 1992б, 1995). Полученные результаты подтвердили те положения, которые были высказаны выше о целостных агробиоценозах севооборотов и отдельных агроценозов полей.

Сравнительный анализ трофоструктуры агроценозов отдаленных в физиономическом отношении посевов пшеницы, люцерны и кормового гороха в Западной Сибири показал относительно небольшие, если принять во внимание невысокое сходство видового состава растений и фитофагов, но все-таки различия по сырой биомассе растений и гетеротрофов на полях этих культур. Так, в середине вегетационного периода фитомасса культур и сорняков различалась не более чем в 1.8 раза, биомасса фитофагов - в 2.5 и энтомофагов - в 6.2 раза. Согласно расчетам, средняя ежедневная пищевая потребность (ПП) хищных членистоногих составила 11-31% от моментального запаса (МЗ) биомассы вредителей. Потребность в пище у растительноядных видов на пшенице и кормовом горохе в ранний период вегетации составила 0.16-0.35% от наличествующей фитомассы; в остальной период вегетации культур коэффициент трофической напряженности был крайне низким - в пределах 0.04-0.12% (табл. 1).

Таблица 1. Трофоструктура полей пшеницы (П), люцерны (Л) и кормового гороха (Г)
Приобская лесостепь, экстенсивные посевы

Компоненты	Учеты*	Ктн, % = ПП/МЗ		
		П	Л	Г
Хищники	1	11.6	27.1	18.1
	2	8.2	19.2	27.5
	4	7.6	12.6	23.8
Фитофаги	1	0.16	.05	.35
	2	.05	.08	.05
	4	.08	.12	.04

(Зубков, Титова, 1968; Зубков и др., 1991)

*Учеты проведены в фазы: 1 - кушение/отрасывание, 2 - выход в трубку/бутионизация, 4 - налив зерна. Ктн, % - коэффициент трофической напряженности, ПП - потребность в пище в сутки, МЗ - моментальный ее запас на единице площади.

После уборки урожая на люцерновых плантациях наблюдалось небольшое сниже-

ние МЗ хищников, а у фитофагов масса оставалась неизменной. На пшеничных и гороховых полях мезофауна рассеивалась по окружающим стациям. В химической защите от вредителей нуждались только посевы гороха, а также семенники люцерны.

Севооборотные экосистемы Северо-Запада России и Западной Сибири по трофической структуре оказались почти идентичными (табл. 2). В той же таблице приводятся также близкие результаты по запасу гетеротрофов в агроэкосистемах Польши.

Таблица 2. Трофическая структура агроценозов полевых культур интенсивных* севооборотов

Компоненты, м ²	Северо-Запад России**			Западная Сибирь**			Польша***	
	МЗ	ПП	ΣПП, г	МЗ	ПП	ΣПП, г	МЗ	
Зерновые, г	1415			1400				
Сорняки, г	254			96				
Фитофаги, мг	162	160	16.0	87	124	8.9	98.4	
Хищники, мг	76	32	3.2	165	61	4.0	45.1	
Пропашные	3118			3193				
Сорняки, г	77			108				
Фитофаги, мг	42	43	4.1	146	99	8.4	303	
Хищники, мг	50	23	2.2	78	30	2.4	132	
Многолетние травы	1553			1473				
Сорняки, г	177			94				
Фитофаги, мг	248	202	13.3	470	318	30.7	591	
Хищники, мг	72	24	1.5	150	52	5.3	150	

Среднесезонный моментальный запас (МЗ) компонентов, суточная (ПП) и сезонная (ΣПП) потребность членистоногих в сырой пище в пересчете на одно поле. *Орошение + удобрения + уплотненные посевы. **Зубков, 1986, 1992б; Зубков и др., 1991. ***Карг, 2002.

Итак, на полях в Приобской лесостепи слагаются агроценозы более сходные по характеристикам трофических структур, чем это можно было ожидать при существенном их физиономическом различии, с высокой в звене "фитофаги-хищники" и низкой в целом в звене "растения-фитофаги" трофической

напряженностью. В процессе ротации культур в севообороте дифференциация биомасс культурных растений, сорняков и фитофагов по "видам культур" остается существенной (табл. 3), в то время как различия по компонентам между "полями" севооборота имеют только по фитомассе сорняков.

Таблица 3. Анализ Вварьирования среднесезонного моментального запаса (МЗ) компонентов агроценозов культур полевых севооборота в Западной Сибири, 1977-1979

Источник варьирования	df	Культурные растения		Сорняки		Фитофаги и сапрофаги		Хищники	
		D	v, %	D	v, %	D	v, %	D	v, %
Общее (посевы)	21 ²	1.00	51	1.00	66	1.00	133	1.00	111
Годы (погода)	2	.20*	74	.25*	106	.04	82	.38*	220
Виды культур	6 ³	.54*	70	.48*	85	.66*	202	.26	106
Поля	7	.18	38	.40*	66	.24	113	.17	79
Звенья А и Б	1	<.01	4	.19*	93	.01	65	<.01	5
Остаточное	13	.26	34	.27	44	.30	88	.36	85
Звено А, г/м ²	x	2391		67		.11		.09	
Звено Б, г/м ²	x	2352		126		.08		.10	

Звено-А: свекла - подсолнечник - озимая рожь + вика+овес (поукосно) - овес; звено-Б: кукуруза - ви-

ка+овес + вика (поукосно) - озимая рожь - кормовые бобы. ²В 1977 г. на двух полях учеты не проводились. ³Посевы озимой ржи по звеньям А и Б севооборота объединены. df - степень свободы, D - детерминация, v% - коэффициент вариации, $\bar{x}$ - средняя. *Влияние фактора существенно при $P \geq 0.95$.

Последняя в равной мере зависела от факторов, связанных как с культурой, так и с экотопической приуроченностью. На энтомофагов внутри севооборота прямого влияния не оказывали ни антропогенные, связанные с культурой и агротехникой, ни межполевые экотопические факторы полевого разнообразия. Для них территория севооборота была интерзональной. Полную приуроченность к видам культур проявили только фитофаги. Управляющее действие антропогенного фактора (агротехника) в целом по севообороту год от года снижается естественными биоценотическими отношениями между компонентами (Зубков, 1992, 1995). На поле каждый сезон образовывался агроценоз, свойственный высеваемой культуре, но трофическая структура агроэкосистемы всего севооборота оставалась неизменной в течение 3-5-летнего срока исследований).

Обращает внимание полное уравнивание биомасс культурных растений и гетеротрофов на территории звеньев А и Б севооборота за годы исследований (табл. 3). Ценозы полей севооборота связаны добавочным, модифицированным ротацией культур и агротехникой, круговоротом биокомпонентов на площади севооборота (вслед за культурой). Это способствует становлению наряду с физиономическим энерготрофического гомеостаза полевого севооборота, где развивалось, несомненно, единое экосистемное образование не ниже ранга коренного биогеоценоза при существенном физиономическом отличии полей друг от друга.

Агробиеоценозы Западной Сибири имеют сходные черты с трофоструктурой местных диких биоценозов. По массе растительных насекомых на единице площади пшеничные ценозы оказались близкими к горностепным биоценозам при существенно меньшей общей биомассе животного населения (по почвообитающим членистоногим в 8 раз). Фитофа-

ги в степях Алтая утилизируют 1/6-1/7 часть годовой наземной фитомассы (Берман, 1970). Вредители пшеницы и сорняков на пшеничных полях отторгают за сезон по нашим расчетам примерно 3% общей фитопродукции. На степных участках Алтая МЗ хищников лишь в 1.4 раза превышает таковой на полях пшеницы. Люцерновые поля по МЗ мезофауны сравнимы со степями Алтая.

Превращение в агроценозы участка целинной степи в соседнем Казахстане ведет к снижению эффективности крупных зоодезрукторов при увеличении примерно в два раза числа представителей сапрофитной микрофауны (Мордкович и др., 1984) и микробных ассоциаций (Гантимурова, 1984) в объеме почвы. В целом микробное население агроценоза "сохраняет все свои функции, обеспечивающие непрерывность биологического круговорота". При уменьшении общей массы гетеротрофов полевой биоты и снижении их размеров одновременно увеличивается скорость метаболических процессов (Титлянова, 1984, с.107). В итоге интенсивность продукционного процесса и химизм круговорота вещества в степных экосистемах и полевых ценозах практически одинаковы, но у последних несбалансированный круговорот (Титлянова и др., 1979; Титлянова, 1984). Только в севообороте баланс по N, P и K близок к единице (Новиков, Южаков, 1990). Внесение органики на соответствующие поля севооборота выводит целостный агробиеоценоз на уровень биогеохимического круговорота вещества, определяемого природными условиями региона.

Простота экосистемной организации агробиеоценоза делает его весьма устойчивым образованием, способным противостоять не только природным, но и антропогенным воздействиям. Благодаря добавочному связующему круговороту биотических компонентов, устойчивым сортам и агротехнике

прерываются процессы массового размножения многих видов организмов, и создается более устойчивая фитосанитарная обстановка в агробиогеоценозах по сравнению с местными коренными биоценозами. В севооборотных экосистемах ряда регионов России фитосанитарное состояние посевов, за исключением зернобобовых культур, относительно благоприятно для земледельца и может управляться агротехническими, включая смену сортов, приемами.

В связи с добавочным притоком энергии антропогенных факторов (физической энергии плуга, химической энергии удобрений и информационной энергии сорта) круговорот вещества в агробиогеоценозах не может не идти гораздо быстрее и в большем объеме, чем в диких экосистемах. Несмотря на простоту экосистемной конструкции агробиогеоценоза (а может быть в связи с ней), саморазвитие агробиогеоценоза не прекращается. Более того, антропогенный фактор удерживает агробиогеоценоз в начальной стадии сукцессии, наиболее продуктивной и биоразнообразной, когда продукция сильно превышает деструкцию (Ryszkowski, 1974). Агробиогеоценоз - вечно молодая экосистема. По валовой первичной продукции поле люцерны, например, стоит вторым в ряду экосистем Земли - после тропического леса, а равнинные тропические агроэкосистемы с 2-

3 посевами риса в год устойчиво превышают местные леса (табл. 4). Энергетически агробиогеоценоз, следовательно, наиболее прогрессивная экосистема, стоящая на новом - ноосферном витке развития жизни на Земле.

Простота структуры вторичных биоценозов и возможность широкой их модификации позволяет экспериментально решать проблемы биоценологии (Гиляров, 1963). М.С.Гиляров рассматривал агроценозы как экспериментальные биогеоценозы (1977). Поскольку нет оснований отрицать у комплексов обитателей культурных земель признаков, имеющих в естественных биоценозах, агроценозы особенно пригодны для изучения естественного отбора (Гиляров, 1977, 1980б). И не только. Выше было показано, как минимум, два случая успешного продвижения в области биоценологии при проведении исследований на сельскохозяйственных землях - это формирование фауны почвообитающих членистоногих в разнообразных условиях почвенной среды, измененной в результате возделывания культур, и формирование биоценозов после катастрофической для степных биогеоценозов распахки целинных земель. Изучение агроценозов как экспериментально измененных биогеоценозов поможет решению большинства проблем биогеоценологии (Гиляров, 1980в).

Таблица 4. Энергетическое развитие ряда экосистем
возрастающей биоценотической сложности

Показатели	Тропический лес*	Люцерновое поле*	Молодые посадки сосен*	Дубово-сосновый лес**
Валовая первичная продукция (ВПП)	45.0	24.4	12.2	11.2
Автотрофное дыхание	32.0	9.2	4.7	6.4
Чистая первичная продукция (ЧПП)	13.0	15.2	7.5	5.1
Гетеротрофное дыхание	13.0	0.8	4.6	3.0
Чистая продукция (ЧП)	Мало	14.4	2.9	2.0
Биоценотическая цена продукции ВПП/ЧП	Велика	1.7	4.2	5.8

*Значения продукции и дыхания в ккал/м²/год приведены из книги Ю.Одума (1975);

**То же из книги Р.Уиттекера (1980).

Перед биогеоценологией, как и перед всей фундаментальной наукой, в качестве одной из первостепенных задач стоит прогноз последствий и предела антропогенного воздействия на природу Земли, разработка биогеоценотических критериев экологического нормирования (Соколов и др., 1998). Удерживаемые на начальных стадиях экосистемной сукцессии агробиоценозы - отличные модели для выработки экологических нормативов природопользования, прогнозирования будущих трансформаций лесных биогеоценозов, которые человек, конечно же, не оставит без коренных изменений.

Агробиоценология с ее концепциями саморазвития и саморегулирования целостных агроэкосистем - агробиогеоценозов, как нельзя лучше, подходит в качестве методологически связующей дисциплины для других сельскохозяйственных наук при осуществлении идеологии адаптивного сельского хозяйства - конструирования управляемых устойчивых высокопродуктивных агроэкосистем с благоприятной фитосанитарной обстановкой. *"Именно агроценология должна стать фундаментальной биологической основой многих направлений современной сельскохозяйственной науки"* (Гиляров, 1980а, с.21).

Глава V*

АГРОБИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ

КАК МЕТОДОЛОГИЯ АГРОЛАНДШАФТНОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Агроландшафтное естествознание - наука о природе сельскохозяйственных земель - долгое время находится вне поля внимания Российской академии наук. В 1980-е годы Отделение общей биологии внесло существенный вклад в развитие агробиоценологии. Самоназвание этой новой науки принадлежит академику-секретарю Отделения общей биологии М.С.Гилярову (1980), который представил ее как экспериментальный раздел биоценологии. На биосферных заповедниках в 1970-х годах намечалось изучение агроэкосистем в сравнительном плане с дикими экосистемами, но результаты не известны.

Четверть века забвения этого важнейшего для судеб людей направления исследований - непостижимая ситуация для фундаментальной науки! Отношение многих академиков к агроэкосистемам настолько уничижительное, что они обзывают их искусственными. Более того, Минобрнаука, штампуя учебники по агроэкологии и сельскохозяйственной экологии, иначе агробиоценозы и агроэкосистемы и не называет, приучая будущих специалистов к безответственному отношению к сельской природе по принципу «поломаем - заменим на новые». Почвенное плодородие заново не создашь, из продукции ферментеров хлеб не испечешь!

Сельское производство основано на эксплуатации сельской природы, где на полях функционируют такие же саморегулируемые биогеоценозы, как на окружающих территориях экосистемы, но в условиях добавочных антропогенных воздействий (пахота, удобрения), подобные экосистемы на склонах вулканов или в павниках рек, которые также получают добавочно элементы питания растений в виде пепла и наносного ила. Уже этих сравнений достаточно, чтобы понять ответственность аграрной, а теперь уже всей РА-Новской науки перед населением.

*Зубков А.Ф., 2014.

Загубит человек существующие, уже сильно потрепанные агроландшафты и предстанет перед неизбежным голодомором. Переселиться некуда - вся равнинная территория суши занята полями и пастбищами и стремительно сокращается и обедняется.

Можно справедливо упрекнуть РАСХН (ВАСХНИЛ), что придавала агробиоценологическому направлению недостаточное значение, хотя в сферу деятельности которой по логике входило его развитие. Все ее президенты обещали организовать специальные агроэкологические стационары для проведения комплексных исследований, но так и не создали ни одного. На полигонах программированных урожаев в 1980-х годах началось, было, изучение агроэкосистем, но полигоны быстро позакрывались. Удалось провести исследования на биоценологическом уровне только на двух из них - в СО ВАСХНИЛ и полигоне АФИ в Ленинградской области, интересные результаты были опубликованы (Зубков, Агробиоценология, 2000). Кроме того, в 2001-2010 гг. было запланировано изучение агроэкосистем всеми полеводческими Отделениями РАСХН, но помешала их разобщенность - каждое Отделение в число исполнителей выделило только свои институты, в итоге никаких комплексных исследований у Академии не состоялось.

В то же время ВИЗРу по договорам с институтами о творческом содружестве удалось существенно продвинуть познание агробиоценозов - на стационарах НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева, ВНИИ мелиорированных земель и АФИ проведено описание севооборотных целостных агроэкосистем агроландшафтов трех регионов - ЦЧЗ, Центрального и Северо-Западного Нечерноземья. Десятилетний исследовательский "штурм" агробиогеоценозов Каменной степи в 2000-х гг. лабораторией агробиоценологии ВИЗР принес новые знания: впервые прослежена синхронная сезонная и многолетняя динамика агроценозов и построена численная модель зем-

ледельческой фации с оценкой комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней и на этой основе разработаны технологии защиты основных культур от вредных организмов (Шпанев, 2012; Лаптев и др., 2008-2012).

Концептуально показан механизм самоорганизации и саморегуляции экосистем через посредство саморегулирующихся биоценологических процессов, возникающих в соответствии с наследственными свойствам взаимодействующих особей видов в элементарных экосистемных ячейках. В качестве обобщающей методологии предложены агробиоценологические предикторы креативной модернизации защиты растений в системах земледелия. Векторы развития затрагивают все направления защиты растений в ближайшие годы - от мониторинга агроценозов с выявлением и оценкой экспресс-методами потерь от основных вредных видов до генетического прогноза синхронной агрессивности фитопатогена и устойчивости фитообъекта; от агробиоценологического сопровождения точных систем земледелия, сортовых посевов (мозаики сортов) и генномодифицированных растений до биологизированных технологий защиты растений. Опубликованы монографии, методологические разработки, статьи (Вестник защиты растений (ВЗР), № 1-4 2007, 3-4 2011, 1-2 2012), которые позволяют перевести защиту растений на более высокий биоценологический уровень исследований с принципиально новыми практическими разработками. Это отвечает требованиям РАН к институтам резко повысить уровень фундаментальных исследований и разработок и будет рассматриваться как одно из главных обстоятельств в "экспертных оценках" РАН деятельности НИИ. Развиваемая в ВЗР с момента его образования в 1929 г. единственная в России школа агробиоценологии (ВЗР, №4 2010) переживает трудный период реформирования науки.

Пока же в сельском хозяйстве преобладают агроэкологические подходы в исследованиях и прикладных разработках сродни с теоретическим и методическим уровнем агроэкологии 1970-1980 гг. Виды влияют на посев совместно, а изучаются и контролируются

поодиночке. В России все шире используются интенсивные технологии, требующие всестороннего изучения. К сожалению, при снижении роли науки в сельхозпроизводстве интенсификация приобрела хаотичный характер, что не может не вызывать негативные последствия. "Хаос" не прекратится до тех пор, пока сельское хозяйство организационно не будет реформировано на основе фермерских ассоциаций. Только они наведут порядок в земельных отношениях, востребуют новые научные разработки и ограничат бесчинство агрохолдингов и иностранных фирм. В период реорганизации науки немало научных организаций будет передано в другие структуры или расформированы. Среди них значительная часть имеет землю и опытных аграриев, самое время преобразовать их в ассоциации фермеров и продолжить реформу сельского хозяйства.

Необходимо провести серьезные полевые исследования на основе комплексного геоэкологического подхода в познании земледельческих агроландшафтов в плане сохранения их устойчивости и повышения урожайности культур. После объединения госакадемий агроландшафтное естествознание становится главной темой сельскохозяйственного Отделения РАН с задачей сохранения плодородия земель, того, что осталось. Надо резко повысить методологический уровень сельскохозяйственной полеведческой науки: в ряде институтов Отделения (ВИЗР, региональных НИИСХ) организовать отделы агробиогеоценологических основ защиты растений и земледелия, а в Отделении общей биологии - новый Институт биоценологических исследований с Международным центром изучения черномозгов, подходящим местом расположения которого - Каменная Степь (Докучаевский фитомелиоративный оазис).

Агробиоценологические исследования велись в ряде институтов РАН, СО РАН, СО ВАСХ-НИИ, отдельными вузовскими коллективами, в других научных учреждениях. Интенсифицировать их - теперь прямая обязанность Научного совета по биоценологии при президиуме РАН, настала пора его реанимировать и организовать при нем секцию агробиоценологии.

Перед мировой сельскохозяйственной наукой вновь встает важнейшая задача прокормить как минимум один миллиард голодных людей. Например, по данным Минсельхоза РФ, в России недоедает 40 млн человек <http://www.contrtv.ru/common/2505/>. "Зеленая революция" в годы после второй мировой войны, создавшая относительно удовлетворительное продуктивное обеспечение к настоящему времени почти полностью исчерпала свои резервы. Посевные площади сельскохозяйственных культур многих стран расширились до обреза государственных границ, малопродуктивные пахотные земли остались только в России и Австралии, но и они могут быть быстро освоены в ближайшие десятилетия. Надвигающийся мировой продовольственный кризис заставляет правительства стран перестраивать свое отношение к сельскохозяйственной науке. Особенно это относится к России, которая все никак не может закончить переходный период в развитии своей экономики и определить свое отношение к науке.

Креативная модернизация полевого сельскохозяйственного производства должна проводиться как раз на основе естествознания агроэкосистемы - организационно-пространственной и функциональной ее структур. Последняя состоит из круговорота вещества в экосистеме, в первую очередь углерода и азота, определяющего генезис почвенного плодородия, включая гумусообразование и баланс органического вещества в пахотном горизонте. Круговорот осуществляется благодаря бесчисленным биоценотическим процессам (эпифитофагическим, эпифитотическим и др.), в которых участвуют все живые организмы экосистемы (энтомо- и зоонаселение, микроорганизмы, фитопатогены, культурные и сорные растения). Биоценотические процессы самоорганизуются, саморегулируются, затухают и вновь развиваются на основе проявления наследственных свойств участвующих в них особей вступать в трофическое взаимодействие с

особями других видов (Зубков, 2007). Именно биоценотические процессы служат тем механизмом саморегуляции биоценозов и агроэкосистем, который так долго ищут биологи. Агробιοценозы функционируют в местных экологических условиях при добавочном антропогенном факторе, эквивалентным по литературным данным только 1% энергетических затрат в агроэкосистеме**.

Агроэкосистема имеет лишь полувекую историю изучения, первые упоминания этого термина встречаются в послевоенные годы, сам термин "экосистема" был введен английским ботаником А.Тенсли в 1935 г. В том же году в Оренбургские степи отправилась немногочисленная экспедиция Всесоюзного НИИ защиты растений и возвратилась с новым объектом изучения - природным биоценозом пшеничного поля, в скорости названным агробιοценозом (=вторичным биоценозом, =агроценозом) (Бей-Биенко, 1936; Бей-Биенко и др., 1936).

*Зубков А.Ф., 2012а.

Среди научных терминов "агроэкосистемное естествознание", как впрочем и "сельскохозяйственное естествознание", отсутствуют. Естествознание (по БСЭ) - система наук о природе, или естественных наук, взятых в их взаимной связи, как целое. В то время как адекватный английский термин "natural history" определяет более короткие ветви знаний. Так, современные определения из биологии часто ориентированы на научное изучение отдельных организмов в окружающей их среде, как они организованы в более крупные группы - популяции и сообщества, и их взаимоотношения с другими видами (http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_history). В Минобрнауке РФ по курсу «История и философия науки» разработана программа кандидатского экзамена "история сельскохозяйственных наук" (2007), что адекватно термину "естествознание сельскохозяйственное".

**Из-за этого 1% энергозатрат в агроэкосистему человеком при обработке почвы, посеве и уборке урожая, а также при внесении удобрений и пестицидов, агроэкосистему часто называют "искусственной", хотя искусственными здесь являются только внешние антропогенные воздействия,

которые модифицируют самые что ни на есть естественные биоценозы и их абиотическую среду на полях, то есть агроэкосистему в целом. В кибернетическом плане роль человека в формировании агроэкосистемы оценивается ничтожной долей от общей информации, в ней содержащейся.

Интенсивные исследования агробиоценозов продолжались на залежах Поволжья и целинных землях Казахстана в 1950-1960 гг. В то же время на конференциях и в литературе продолжались дискуссии относительно природной сущности агробиоценозов и агроэкосистем. Противники таковой в качестве доказательства приводили серьезный довод односезонности агроценозов, меньшего у них видоразнообразия при резком доминировании по численности немногих видов. Со свойственной молодости комсомольским задором мной была высказано концептуальное положение (Зубков, 1968), что под агробиоценозом следует понимать не одно поле, а территорию значительно большую, на которой сразу проявляются все основные свойства биоценоза - их саморегуляция и самодостаточное биоразнообразие (Зубков, 1970). На обоснование этой концепции ушло 25 лет полевых исследований. Была статистически подтверждена общность хищных энтомофагов на полях полевого севооборота, фитофаги наоборот следовали по полям вслед за кормовой культурой, фитомасса сорняков различалась по годам (за счет погоды), полям и культурам. Своеобразная картина трофоструктур каждого из агроценозов, модифицированная антропогенным фактором, повторялась ежегодно, смещаясь по территории севооборота в соответствии с ротацией культур, обеспечивая круговорот вещества в нем (Зубков, 1995). На поле каждый сезон образовывался отличительный агроценоз, однако за три года ротации культур различия самих полей становились несущественными по суммарным показателям биомассы компонентов.

Эти данные говорят об энерготрофическом гомеостазе полевого севооборота, где развивалось, несомненно, единое экосистем-

ное образование не ниже ранга коренного биогеоценоза. Более того, севооборотные экосистемы Северо-Запада Нечерноземья и лесостепи Западной Сибири по трофической структуре оказались почти идентичными. В севооборотной агроэкосистеме наблюдается устойчивый круговорот вещества - вынос компенсируется внесением удобрений. Кроме геохимического круговорота происходит круговорот организмов согласно схеме ротации культур. Таким образом, показана методическая возможность интегративной характеристики трофической структуры агроценозов, отличающихся высоким в целом потенциальным давлением хищных членистоногих на растительные виды, сходным с таковым у местных травянистых биоценозов, и относительно невысоким потенциальным влиянием фитофагов на фитомассу растений по сравнению с дикими экосистемами. Получены эмпирические свидетельства в пользу концепции о формировании самоорганизующегося агробиогеоценоза с циркуляцией в нем добавочного круговорота биотических компонентов на площади большей одного поля и устойчиво функционирующего в условиях полевого севооборота. На территории целостного агробиогеоценоза (=целостной агроэкосистемы) складывается устойчивая фитосанитарная обстановка, но отнюдь неласковая часто для человека (Зубков, 2005 а,б).

Богатая видовая структура севооборотных агроэкосистем, развивающихся на земельной фации сельского ландшафта, показана на примере полевого стационара НИИСХ ЦЧП (Воронежского НИИСХ им. В.В.Докучаева) в 2000-2008 гг. Впервые в отечественной биогеоценологии на уровне численной модели дана целостная характеристика агроценозов всех возделываемых полевых культур, с регрессионной оценкой роли основных компонентов в формировании урожая. Наблюдавшаяся все эти годы экосистемная устойчивость, тем не менее, на отдельных культурах (горох) требовала проведения защитных мероприятий средствами

щающего действия на полезные виды (Шпанев, 2012).

На рубеже XX и XXI веков объединились два основных направления сельскохозяйственного полевого естествознания - геосистемологии (агроландшафтоведение) и агробиоценологии с общими целями познания сельскохозяйственного объекта - фации полевого агроландшафта, состоящей из самоорганизующихся агрогеоэкосистем севооборотной размерности. Происходит формирование агрогеоэкосистемного подхода к агроландшафтному землеустройству и фитомелиорированию, районированию и фитосанитарному оздоровлению агроэкосистем с учетом их геоструктурных особенностей, модернизации систем почвоохранного ландшафтного адаптивного земледелия, растениеводства и защиты растений (Иванов и др., 2005; Зубков, 2011, 2012). В предикторы последней вошли полная инвентаризация вред-

ных организмов с оценкой комплексной их вредоносности, прерыванием нежелательных биоценотических процессов с сохранением общей устойчивости агробиоценозов и наращивания почвенного плодородия. Отечественной сельскохозяйственной науке всегда недоставало естественно-научных знаний и времени на их получение между очередными "постановлениями партии и правительства". Этому не способствует также разрозненность научных учреждений МСХ и Россельхозакадемии по сельскохозяйственным наукам как земледелие, растениеводство, агрохимия, почвоведение, мелиорация, защита растений и др. Поэтому сосредоточение комплексных научных агроэкосистемных исследований на агроэкологических стационарах (например, при региональных НИИСХ и ГАУ) - наиболее рациональный путь развития агроэкосистемного естествознания (Зубков, 2005).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПОЛЕВОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И РОЛЬ ЭНТОМОЛОГИИ* AGRICULTURAL FIELD NATURAL HISTORY AND ROLE OF ENTOMOLOGY

На рубеже XX и XXI веков объединились два основных направления сельскохозяйственного полевого естествознания - геосистемология (агроландшафтоведение) и агробиоценология с общими целями познания сельскохозяйственного объекта - фации полевого агроландшафта, состоящей из самоорганизующихся агрогеоэкосистем севооборотной размерности. Происходит формирование агрогеоэкосистемного подхода к агроландшафтному землеустройству и фитомелиорированию, районированию и фитосанитарному оздоровлению агроэкосистем с учетом их геоструктурных особенностей, модернизации защиты растений в системах почвоохранного ландшафтного адаптивного земледелия и растениеводства (Вестник защиты растений /ВЗР/, 4, 2011, с.19). Перед энтомологией встают не менее важные задачи, чем включенные в программу съезда: оценка производительной деятельности насекомых, включая потери товарной продукции в первую очередь в агроэкосистемах /АЭС/.

В то же время энтомология как наука не может противопоставить ничего практического все возрастающему антропогенному воздействию голодного населения Земли на АЭС, поскольку даже фундаментальные предикторы защиты растений (ВЗР, 1, 2012, с.3) не подкреплены научно-естественными знаниями о целостной энтомологической картине на полях в единицу времени и пространства (агробиоценологическими описаниями) - фауна обновляется, а полная единовременная инвентаризация состава вредителей и энтомофагов проводится в единичных случаях, например, при участии энтомологов ЗИН и ВИЗР.

За редким исключением отсутствуют оценки комплексной роли насекомых в формировании урожая культурных растений. Фрагментарные оценки по-

терь от одиночных видов дают только ориентацию "вредный - невредный объект" и требуют поправки на совместное влияние со стороны наличествующего на поле комплекса вредителей, а ничего не объясняющие. Так называемые ЭПВ (экономические пороги вредоносности) превратились в "открытые ворота" для безудержного и бездумного применения инсектицидов, дестабилизирующих естественные АЭС. Создана индустрия пестицидов, на поля вносятся миллионы тонн ядовитых веществ, что создает иллюзию искусственного управления агробиоценозами /АБЦ/, якобы потерявшими свойство саморегуляции, поддерживаемой самовозникающими в агроценозах эпифито-, энтомофагическими и другими биоценологическими процессами. В связи с последним нелепа вакханалия искусственности АБЦ и АЭС.

Соответствующая методика оценки комплексной вредоносности разработана в ВИЗР четыре десятка лет назад. Она предупреждает искажающие оценки влияния всех известных факторов - от компенсации растениями и их сообществами наносимых насекомыми повреждений до взаимодействия влияний комплекса вредных организмов, а также элиминирования гетерогенности признаков вредных объектов, вызванных сопутствующими в опытах факторами (годы, поля). Рассчитанные на ее основе коэффициенты вредоспособности вредителей позволяют прогнозировать потери урожая и принимать решения о проведении защитных мероприятий с поправками на присутствие на поле энтомофагов, поддержание биоценологической устойчивости АЭС и ликвидацию возможного пестицидного загрязнения.

Перспективная задача энтомологии - организация биоценологической защиты растений посредством "естественного биометода" путем антропогенной модификации АЭС.

*Зубков, 2012б.

«ЕСТЕСТВЕННЫЙ БИОМЕТОД» КАК ОБЪЕКТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ*

Рассматривается путь развития защиты растений от вредоносных объектов через посредство ее участия в программах естествознания пахотных земель. Частная область исследований - природа энтомофагических биоценологических процессов.

«Естественный биометод» как термин предложен для выделения области знаний об энтомофагах - важном компоненте агробиоценозов, выполняющим большую биоценологическую работу, сдерживая чрезмерное размножение фитофагов, включая и вредителей культурных растений (Зубков, 2011). Введенный новый термин 'естественный биометод' рассматривается как модификация условий с целью стимулирования регулирования популяций фитофагов со стороны хищных и паразитических членистоногих (<http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2202/12309.html>). «Естественный биометод» включен в качестве предиктора концепция модернизации полевой защиты растений (Зубков, 2013).

Теоретические положения агробиоценологии, основанные на концепции организационно-пространственной структуры полевого агроценоза (целостной агроэкосистемы) как образовании не на одном поле (агроценозе), а на территории как минимум полевого севооборота восполнены структурной функциональной организации агробиоценоза - концепцией саморегуляции в нем трофических биоценологических процессов. Последние самовозникают и протекают с участием особей видов разных трофических «профессий» - растений, фитофагов, энтомофагов (хищники и паразиты) и др. Трофическое взаимодействие происходит на уровне пары особей на основе их собственных свойств генетической наследственности (Зубков, 2007). Бесконечное количество особей и трофических контактов, львиная доля которых принадлежит энтомофагам, гарантирует устойчивость функционирования экосистем.

*Зубков А.Ф., 2015.

Международный научный институт "EDUCATIO. 2015, 2(9), часть 4, с. 132-135.

С точки зрения человека "естественный биометод" - снижение численности вредителей средствами природной саморегуляции агробиоценоза. Он также предполагает применение биологических агентов, размноженных в лабораторных условиях и выпускаемых в поле по технологиям биологического метода борьбы. Последний был не дешев, но в условиях социалистического сельского хозяйства применялся в больших масштабах.

Так, в «1991 г. Россия применяла 30% биопрепаратов (относительно всего объема средств защиты растений), в то время как в мире применение биологических средств защиты равнялось лишь одному проценту. В последние годы применение биопрепаратов в России уменьшилось до 0,06%» (<http://agrosev.narod.ru/page149itemid2117number66.htm>). Капиталистический рынок «придушил» более дешёвыми пестицидами и "биометод естественный" (БЕ) - инсектициды не разбирают кто свой для человека, кто чужой, и изгнал с полей агентов традиционного биометода (в теплицы пестициды Главный государственный санитарный врач ограничивает). Достается и почвообитающим микроорганизмам, от чего стремительно падает содержание гумуса, а без него почва - не почва, а голый песок. Нужны минеральные удобрения, которые в свою очередь отрицательно влияют на всю педофауну, особенно в аридном климате.

На территории обработанной пестицидами однопольные агроценозы формируются за счет целостной агроэкосистемы на севооборотной площади и окружающих экотонах. Вот почему при изучении последствий от химзащиты необходим широкий биоценологический подход. Применение ядохимикатов на популяционном уровне возможно против отдельных видов насекомых в случае пикового их размножения только вне пахотных земель - в полупустынных районах, плавнях

рек. Использование пестицидов на полях сопряжено с массовой гибелью полезной фауны, трансформацией агроценозов и химическим загрязнением почвы.

В агрохолдингах все поставлено на голую сиюминутную прибыль, а там хоть трава не расти. И не растет, и кузнечики не трещат в траве из-за остаточных метаболитов примененных гербицидов и инсектицидов.

Надо отметить, что разведение и выпуск энтомофагов на полях - малодоходный и малообъемный бизнес, особенно в степных районах РФ. Однако использование биологических агентов в плодоягодных садах фермеров рентабельно на уровне 3-5%.

В ряде стран прилагаются законодательные усилия по развитию традиционного товарного биометода, налаживанию широкого обмена энтомофагами. Однако существует риск того, что новое международное законодательство, регламентирующее доступ и свободное использование результатов биометода, способно затормозить развитие биометода. Россельхозцентр и Россельхознадзор подают признаки улучшения работы, но наведения порядка в деле практической защиты растений можно ожидать не в ближайшее время. (Закон по защите растений в РФ не принят по сей день.).

Так что за период одной-двух пятилеток необходимо капитально изучить региональные агробиоценозы и возможность снижения потерь урожая от вредных видов за счет стимулирования деятельности энтомофагов.

Вот за этот срок Минобрнаука с университетами, ФАНО с НИИ, в первую очередь по защите растений, и РАН с новой программой фундаментальных исследований Президиума РАН на 2015 год по приоритетному направлению № 29 «Биоразнообразии природных систем» (координатор академик Павлов Д.С.) (Приложение к постановлению президиума РАН 23 декабря 2014 г. № 176 (<https://www.ras.ru/presidium/documents/directions.aspx?ID=1080b82a-a4cb-48ad-8b41-a9615921e34a>)) обязаны программно-тематически, методологически, методически и результативно

довести естествознание пахотных земель в частности в области естественного биометода» до уровня как минимум биоценотических взаимодействия полезных видов (хищники, паразиты) и вредоносных фитофагов на основе познания физики и физиологии энтомофагических процессов.

В теории биологического метода защиты растений нет однозначного представления относительно роли природных биотических факторов в определении численности вредителей сельскохозяйственных культур. В существующих теориях динамики численности фитофагов фактору "хищники и паразиты" отводился и отводится весь спектр значений - от полного отрицания (трофические и метеорологические теории) до признания полного регулирования популяции фитофага зоофагами. Мы придерживаемся позиции, что в ограничении массового появления вредных насекомых существенное значение имеют биоценотические факторы, прежде всего паразиты и хищники, на фоне модификации определенного среднего уровня численности вредителя со стороны кормового растения и абиотических условий.

Не углубляясь в теорию, следует отметить, что определиться в суждениях о роли энтомофагов в динамике численности вредителя можно только на основе реалистичных оценок влияния хищников и паразитов на численность растительного вида в полевой обстановке. К сожалению, до сих пор такие эмпирические оценки чрезвычайно редки, хотя в методическом плане есть существенные продвижения (Зубков, 1973, 1973а, 1984, 1991).

Роль энтомофагов в агробиоценозах описана чаще вербально на аутоэкологическом уровне и хищника и жертвы (а), реже - популяционном и хищника и жертвы (б), еще реже - на популяционном жертвы и биоценотическом хищников (в). В основе всех трех вариантов взаимоотношений лежат трофические биоценотические процессы. Механизм их регуляции чрезвычайно разнообразен.

(а) Афидофагия - наиболее распростра-

ненный энтомофагический процесс, в котором участвуют по паре особей сотен видов хищников и тлей. Хищник с грызущим ротовым аппаратом пожирает, с колюще-сосущим - высасывает тлюшку. Тли - фитофаги, поэтому они активные участники эпифитофагического процесса. От хищников они только защищаются. Например, капустная тля использует для защиты смертельный коктейль - комбинацию химических веществ, полученных из капусты (глюкозинолаты), и фермента под названием мирозиназа, который вырабатывают сами тли. Глюкозинолаты хранятся в крови, а фермент содержится в мускулах головы и торса тли. Когда божья коровка поедает тлю, «энзим и глюкозинолаты смешиваются, вызывая «мини-взрыв», в результате которого образовавшееся горчичное масло отравляет хищника (<http://otvet.mail.ru/question/10420715>).

б) Приведу примеры взаимодействия тлей и хищных личинок. Взаимодействие популяций хищников и листо- и стеблесосущих видов тлей описан нами на примере злаковых и других посевных культурах (Зубков, Лахидов, 1999). Оригинальная методика полевых учетов на постоянных замаркированных площадках $0,1 \text{ м}^2$ позволила оценить взаимное влияние участников энтомофагического процесса.

Степень влияния афидофагов на тлей за период между учетами в 10 дней, характеризующая стандартизированными коэффициентами регрессии r , колебалась в пределах -0.1 - -0.4 . Рассчитанные по ним относительные коэффициенты снижения числа тлей (KB%) одним хищником за 10 дней составили от -1.1% до -7.5% от той численности тлей, которая была бы в отсутствие афидофагов. Предполагаемый процент снижения численности тлей за декадный период под действием хищников достигал во второй половине

вегетации культуры 36% .

Влияние тлей на афидофагов, оцененное коэффициентами r , как и следовало ожидать, намного выше. По ним можно рассчитать (через посредство b и KB%) долю прироста числа хищников, определяемую наличием жертв.

Усредненные коэффициенты регрессии (b_{12}) численности тлей (X_1) на число афидофагов (X_2) и, наоборот, численности афидофагов на число тлей (b_{21}) в афидоценокомплексных ценозов полевых культур сведены в таблицу 5. Используя их, можно рассчитывать влияние афидофагов на ход численности тлей при конкретной численности тлей и афидофагов на поле.

Приведенные материалы отображают высокое потенциальное влияние афидофагов на популяционную динамику тлей на полевых культурах в ЦЧЗ России. В то же время, к сожалению, видно, что хищники не удерживают полевые популяции тлей от экспоненциального роста плотности в первую половину вегетации сельскохозяйственных культур. Хотя наблюдаемую максимальную плотность тлей в $500-700 \text{ экз/м}^2$ следует экспертно отнести к невысокой. В сдерживании на этом уровне численности полевых видов тлей энтомофаги играют существенную роль.

Удачное сочетание естественного биометода с мало опасными экопрепаратами, использованными для защиты яблонного сада на Кубане, показала группа энтомологов из ЗИНа, Кубанского ГАУ и ВНИИБЗР. Ими осуществлена программа экологического управления популяциями вредных видов, снижая их численность, сохраняя полезных видов членистоногих и снижая химическое загрязнение окружающей среды (Сугоняев и др., 2013).

Работ по оценке роли энтомофагов в агробиоценозах на уровне их биоценоотического комплекса и сообщества видов фитофагов и (вариант-в) мне не встречалось.

"NATURAL BIOMETHOD" AS OBJECT OF NATURAL SCIENCES ON ARABLE LANDS

The course of development of plant protection against pest objects through its participation in programs of natural sciences for arable lands is considered. Particular area of researches is the nature of entomophagous and biocenotic processes.

УЧАСТИЕ НАУКИ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ
В ЕСТЕСТВОЗНАНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ*
PARTICIPATION OF PLANT PROTECTION SCIENCE IN NATURAL SCIENCES OF FARMLANDS

Наука защиты растений ведет исследования вредных объектов во всех основных компонентах сельскохозяйственных земель, поэтому практикуемые ею методологические и экспериментальные подходы рассматриваются с целью более глубокого естественно научного познания сельской природы.

Существует как минимум три аргумента, чтобы высказать такое суждение о развитии науки защита сельскохозяйственных растений в РФ.

Во-первых, рынок на основе использования пестицидов обеспечил практически защиту растений на полях от вредителей, болезней и сорной растительности. С плеч государственных научных учреждений снята извечная задача производства, распределения, применения и уничтожение остатков ядохимикатов. Во всяком случае, судя по информации в интернете при нормальном обслуживании филиалами Россельхозцентра МСХ сельхозпроизводителей всех рангов не допускается катастрофических потерь растениеводческой продукции и, безусловно, снижается уровень загрязнения окружающей среды остатками пестицидов благодаря относительного контроля со стороны Россельхознадзора. Намечается тенденция снижения нарушений в сфере безопасного обращения с пестицидами

Этому же способствуют системы защиты сельскохозяйственных растений, разработанные в специализированных НИИ, так и включенные в системы земледелия региональных НИИСХ. Можно надеяться на протяжении 5-10 лет на определенную стабилизацию невысокого уровня потерь урожая основных полевых культур при сохранении относительной устойчивости агроценозов (севооборотных агроэкосистем) в большинстве регионов страны.

Однако некоторая стабилизация фитосанитарного уровня на полях достигнута не на основе научно определяемых параметров непосредственной угрозы посевам со стороны вредных объектов, а путем установки

экспертных грубых усреднений ожидаемого вреда. С этой целью чаще всего руководствуются экономическим порогом вредоносности (ЭПВ) - одним значением численности либо степени повреждения/поражения растений вредителем или фитопатогеном в лучшем случае для региона а то и для территории всей РФ. Как известно, ЭПВ зависит от стоимости средств защиты и сохраненного урожая. В условиях рыночной экономики ЭПВ надо вычислять, если не каждого поля, то каждого хозяйства - обязательно!

Во-вторых, за этот период защита растений пройдет модернизацию и разработает качественно новые системозащитные технологии. Основания к этому имеются. Так защита растений благодаря исследованиям ВИЗР вышла на биоценологический уровень инвентаризации агробиогеоценозов ЦЧР (Шпанев, 2012), оценки комплексной вредоносности вредителей, болезней и сорняков в посевах основных полевых культур (Зубков и др., 2005; Шпанев, Голубев, 2008-2010), разработки технологий защиты растений полевых культур ЦЧР (Лаптиева, Шпанев, Гончаров, 2008-2012). Эти исследования позволили разработать биоценологические предикторы предстоящей модернизации защиты растений (Зубков, 2013), на основе не поголовного уничтожения популяций вредных объектов на поле, а прерывания биоценологических процессов, в которых особи этих видов участвуют. Биоценологические процессы самовозникают на основе генетических свойств каждой живой особи и саморегулируются за счет бесчисленного количества протекающих трофических связей.

*Зубков, 2015б.

Так же регулируются экосистемы и вообще вся биота. Природа устроена просто, но надежно!

В-третьих, реформа науки требует интенсификации фундаментальных исследований. В системе образовательных наук Минобрнаука в последнее десятилетие усиленно развивает естествознание. Первые учебники появились в 2000-е годы как для среднего, так и для высшего образования. Но о естествознании сельскохозяйственных земель в них упоминается крайне редко поскольку считается, что это искусственные образования, управляемые человеком опять-таки из курсов МОН. Одна десятая часть суши на Земле осталась за пределами научного познания!

Более того, "абсолютизация представлений об «искусственности» и «нестабильности» агроэкосистем, или «одомашненных экосистем», так же как и возможности их устойчивого функционирования, с одной стороны, оставляет вне поля зрения агронома важнейшие процессы биоценотической саморегуляции и соответствующий потенциал знаний, а с другой – как бы узаконивает (легализует) произвол в использовании природных, биологических и техногенных ресурсов" (Жученко, 2008, с. 570). Мы придерживаемся позиции, что в агроэкосистеме происходит "взаимодействие естественных

систем природы и искусственных, создаваемых человеком" (Там же, с. 566).

Из всех сельскохозяйственных дисциплин ближе всех к комплексному выполнению задач полевого естествознания стоит защита растений. Она охватывает все основные компоненты природы сельскохозяйственных земель - агрогеоценозов (фауны и флоры ценозов полей, педоценозов, ответственных за почвенное плодородие, фитопатогенных комплексов) и мониторинг их сукцессий, формирование продуктивности посевов и борьба с вредными видами, а также осуществления экологического мониторинга и защиты от деградации пахотного слоя.

Агроэкосистемы - центральный компонент сельского ландшафта - тесно связаны с геосистемами, на которых они собственно располагаются, образуя единое понятие агрогеоэкосистемы - предмет изучения как земледельцев, так и защитников растений. Более того в недрах Всероссийского НИИ защиты растений развилось изучение агробиоценозов, получившее название агробиоценология, признанная экспериментальным отделом биоценологии (Гиляров, 1980; Зубков, 2005). Агробиоценология занимает центральное место в естествознании сельскохозяйственных земель - обобщающей науки следующей пятилетки (Зубков, 2014).

PARTICIPATION OF PLANT PROTECTION SCIENCE IN NATURAL SCIENCES OF FARMLANDS

The plant protection science conducts investigations of harmful objects in all main components of farmlands; therefore, the methodological and experimental approaches practiced by the science are considered for the purpose of deeper scientific knowledge of the rural nature.

РОЛЬ АГРОГЕОБИОЦЕНОЛОГИИ В МЕТОДОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ

Глава VI*

АГРОБИОЦЕНОЛОГИЯ - МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ФИТОСАНИТАРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ И ПОЛЕВОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем (самоорганизация и саморегуляция экосистем) - природная составляющая фитосанитарной оптимизации растениеводства (создания благоприятных условий для роста культурных растений). Роль защиты сельскохозяйственных культур от сорняков, вредителей и болезней играет немаловажную роль. При этом методологической основой служат агробиоценологические воззрения на устройство и функционирование сельской природы.

Агробиоценология развивается с середины 1930 годов благодаря начатым группой ученых ВИЗР исследованиям посевов в сухой Оренбургской степи. В отчетах этой экспедиции под руководством Г.Я.Бей-Биенко (1936) впервые было показано на примере энтомологических комплексов пшеничных посевов при сопоставлении с ценозами окружающих участков залежных и целинных земель, что, как и в естественной природе, на каждом сельскохозяйственном поле формируется биоценоз. До упомянутой экспедиции ВИЗР не существовало ни одного описания агробиоценоза тем более в сравнении с составом окружающих биоценозов.

Начатые исследования нельзя было отнести ни к одному направлению или разделу какой-либо существующей сельскохозяйственной дисциплины. Да и в экологии надо было еще поискать достойное место для агробиоценологии, поскольку, хотя сухопутные биоценозы уже изучались, но сообщества организмов на полях не охватывались. Понятие "экосистема" (Tansley, 1935) стало использоваться в нашей стране значительно позднее.

Термин "агробиоценоз" уже содержал префикс "агро", что по определению подчеркивало в нем связь живых компонентов с почвой, средой. До становления же биогеоценологии (Сукачев, 1942), экспериментальным разделом которой позже назовут агробиоценологию (Гиляров, 1980а), оставалось еще шесть лет. Сам Г.Я.Бей-Биенко считал, что *"биоценотическое изучение посевов и посадок растений возникло как особое направление в экологии животных"* (1961, с.764).

Значение этих приоритетных работ намного выше - они положили начало новой сельскохозяйственной науки - агробиоценологии, объектом изучения которой стал ранее не выделяемый в качестве природного объекта - полевой биоценоз (агроценоз). В настоящее время агробиоценология представляется как *"все более отчетливо вырисовывающаяся ветвь современной экологии"*, как важное направление защиты растений и биогеоценологии (Гиляров, 1980б). Ее определение вошло в научные словари (Реймерс, 1990). Агробиоценология признана теоретической основой интегрированной защиты растений (Павлюшин, 1999).

Кроме научных с самого начала ставились практические задачи: разработать биоценологические показатели (стационального распределения, потенциальной и фактической вредоносности) при районировании территории в отношении сельскохозяйственных вредителей и болезней (Щеголев, 1935), определить комплекс вредителей, могущих угрожать посевам на вновь осваиваемых землях.

Ставилась задача построения *"новых биоценозов для удовлетворения тех или иных хозяйственных целей"*, поддерживая *"искусственные биоценозы"* в сельском хозяйстве

*Зубков, 2005е.

своим трудом в состоянии нужной продуктивности и используя силы самой природы (Троицкий, 1932).

Агробиоценология не замкнулась на описаниях агробиоценозов, как это произошло в агрофитоценологии. Наряду с физиономическим (описательно-фаунистическим) направлением развивались исследования биоценологических связей в агроценозах, биологической активности почв, ряда проблем защиты растений в условиях меняющихся систем земледелия - от пассивной распашки целинных земель до интенсивного использования пашни. К таковым относятся повышение видового разнообразия экосистем, биологической активности почв и более полного использования естественных регуляторных механизмов, создание ценологических группировок и организация (конструирование) целостных биоценологических систем на базе севооборотов, управления агроэкосистемами в фитосанитарном отношении (Поляков, 1976, 1984; Зубков, 1984; Соколов, 1988; Соколов, Филиппчук, 1997).

Важнейшие задачи, стоящие перед защитой растений, связаны с дальнейшей разработкой и практической реализацией развиваемой в нашей стране стратегии "фитосанитарной оптимизации растениеводства". В условиях интенсивного адаптивного земледелия решение задач защиты растений невозможно без изучения структуры и функционирования агробиоценозов разного уровня сложности, изучения и компьютерного моделирования агробиоценологических процессов, без стабилизации фитосанитарной обстановки (Новожилов, 1996, 1997; Новожилов, Павлюшин, 1999).

В последние годы существенное продвижение произошло в описании агробиоценозов полевых севооборотов ЦЧП (Лахидов, 1997; Лаптиева, 2003) и крупных массивов насаждений плодовых культур (Ниязов ЛПХ и др., 2004). Выполнены исследования комплексов организмов, оказывающих потенциально регулирующее влияние на вредителей культурных растений (Зубков, Лахидов,

1999), а также исследование влияния условий интенсивного земледелия на группы гетеротрофов (Танский и др., 2001, 2003).

В настоящее время агробиоценология подразделяется на физиономическую агробиоценологию, агрофитоценологию, редуцентную педобиологию, математическое моделирование агроэкосистем и др. Отдельно выделилось направление количественной агробиоценологии - агробиоценологическая диагностика (Зубков, 1995), предметом исследований которой являются биоценологическая структура агроценозов полей и целостных агробиогеоценозов, продукционно-деструкционные процессы, сукцессия агробиогеоценозов и их энергетическое развитие, а также оценка биоценологических связей между компонентами агроценозов, включая оценку комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней культурных растений. Разработан учебный курс по агробиоценологии (Зубков /Агробиоценология, 2000, 208 с., 2005, 76 с.). Таким образом, агробиоценология оформлена как дисциплина со своим объектом исследований, методологией, методикой полевых исследований, существенными результатами (Зубков /Вестник защиты растений, №1,2,3, 2005). Признана одним из экспериментальных разделов биогеоценологии (Зубков /Журнал успехи современной биологии, 3, 2005).

Опережающими задачами количественной агробиоценологии являются разработка методологических подходов и методического обеспечения фитосанитарного и агроэкосистемного мониторинга, моделирование биоценологических процессов, формирования урожая под воздействием биотических факторов и защитных мероприятий.

Следует отметить, что развитие агробиоценологии с 1970-х годов протекало под влиянием экосистемных воззрений (Одум, 1968, 1975). Однако формирование агробиоценологической методологии шло от понимания агробиоценоза (Зубков, 1970). Поэтому было предложено закрепить за ценозом поля термин "агроценоз", а за агробиоцено-

зом гораздо большей территории со свойствами самоорганизации и саморегуляции биоты - "агробιογεοεnοz". Тогда далеко не каждая агроэкосистема суть агробιογεοεnοz. Он же - экосистема ранга бιογεοεnοz. В сельскохозяйственной терминологии агроэкосистемой называются и теплица, и поле, и ферма, и земли всего хозяйства. В отношении термина "агробιογεοεnοz" такой вольности обычно не допускается. Агробιογεοεnοz можно рассматривать также в качестве элементарных экосистемно-целостных единиц агроландшафта, поскольку каждая из них самоорганизуется на площади, значительно превышающей одно поле. Агробιογεοεnοz устойчиво функционирует, например, на территории сбалансированного полевого севооборота. Здесь наряду с бιογεοχημικης круговоротом и оборотом биокосного вещества (вынос компенсируется удобрениями) циркулирует, как ответ на антропогенные воздействия, добавочный связующий круговорот биотических компонентов (Зубков, 1995).

В связи с последним замечанием можно

добавить, что следуя логике учения Вернадского об одновременном возникновении и видов, и биоценозов, можно и методологически полезно различать две формы развития живой материи - видовую (организм-популяция-вид) и экосистемную (как результат деятельности живых организмов) (Зубков, 1992,1996).

Рядом институтов начаты комплексные исследования севооборотных агроэкосистем (ВИЗР, НИИСХ ЦЧП им.В.В.Докучаева, ВНИИМЗ, АФИ и др.).

Модернизация сельского хозяйства в стране затрагивает все его подразделения. В журнале Вестник защиты растений (ВЗР) опубликована серия статей по концепции биоценологической модернизации защиты растений (ВЗР, 2011,3-4, 2012,1-2). В основу положена агрогеоэкосистемная методология, поскольку другие экологические подходы - агроэкология и сельскохозяйственная экология, популяционная биология и интегрированная защита, как показывает литературный анализ (Зубков, ВЗР, 2011, №4), не содержат должных предложений для существенного обновления защиты растений. Агрогеоэкосистемный методологический уровень может претендовать на роль креативного подхода в модернизации защиты растений, опираясь на адаптивное земледелие. Разумеется изложенные методологические предикторы и практические предложения ждут всестороннего обсуждения.

Агроэкосистема рассмотрена с позиций агробиоценологии и агрогеосистемологии и предложено более высокое по экосистемному рангу классификационное понятие «агрогео-экосистема» как составная единица фации агроландшафта - полевого выдела сельского ландшафта. Применительно к современной защите растений следует отметить как минимум три отрицательных и три благоприятных обстоятельства.

1(-). В теоретическом плане исследования и разработки по защите растений ведутся до сих пор на крайне низком методологическом уровне - ауто- и демэкологическом (популяционном) без эмерджентного эффекта от сочетания методов защиты. Практическая защита осуществляется по старинке - против отдельных вредонос: объектов при недостаточном фито- и энтомомониторинге перед проведением обработок.

В системах интегрированной защиты преобладают рекомендации календарных обработок без мониторинга, что по требованиям использования пестицидов недопустимо.

2(-). Рекомендации по защите растений содержат как эталон целесообразности проведения химзащитных мероприятий экономические пороги вредоносности (ЭПВ), а практики ими прикрываются и обрабатывают химсредствами без оглядки на сохранность природы все поля подряд. Эта ситуация настолько безответственна, что не хватает слов для критики. В формулах расчета ЭПВ используются коэффициент вредоносности, затраты на защитное мероприятие и стоимость сохраненного урожая. Следовательно, даже в одном хозяйстве против одного и того же вредного объекта невозможно рассчитать единый многолетний ЭПВ! Нужно учить бухгалтеров и специалистов как рассчитывать ожидаемые потери, используя официальные данные по вредоспособности (потери от одной особи или балла) вредных объектов и затраты на защиту от них с учетом рентабельности мероприятий.

3(-). В РФ так-таки не принят закон по защите растений, который определил бы меры ответственности по использованию пестицидов. Россельхозцентр с этой задачей явно не справляется, тогда как в развитых странах вопросы сбережения полезных организмов и агроэкосистем в целом ставятся наравне или даже выше сохранения урожая. Худо-бедно, какая-то структура по защите растений в МСХ создана, и есть с кого спросить о делах.

1(+). В 2000-х гг. агробиоценология позиционирована как экспериментальный раздел биоценологии (Успехи современной биологии, 2005, 125, 3, с. 247-259), в 2007 г. в серии статей изложена концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме (ВЗР, 2007, 1-4), поясняющая механизм природного экосистемного саморазвития (Зубков, 2007).

На основе агробиогеоценологической методологии разработаны предикторы креативной модернизации защиты растений,

*Зубков, 2013. Полный текст.

которые при их осуществлении позволяют существенно продвинуться не только в области защиты растений, но и земледелия в целом (Зубков, ВЗР, 2012, №1).

2(+). Агрогеосистемология (агроландшафтоведение) обусловила прорыв в земледелии: в 40 с лишним регионах РФ в НИИ-ИСХ разработаны новые системы земледелия (Лысенко, 2010) с рассмотрением агротехнического метода борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. Прекращено тем самым бесконечное переписывание агроприемов из одной системы (земледельческой) в другую (интегрированную защиту растений) и наоборот. Защитникам не остается ничего другого, как либо разрабатывать новые специфические борьбистские агроприемы, либо официально ссылаться на опубликованные региональные системы земледелия.

3(+). Проведенные с 2000 г. комплексные исследования агроценозов всех полевых культур крупного выдела сельскохозяйственного ландшафта на примере фитомелиорированной Каменной степи показали, вопреки мнению большинства агроэкологов, высокую самоорганизованность целостных севооборотных экосистем на фоне антропогенных систем земледелия как по видовому обилию биоты, так и по устойчивости во времени и пространстве (Шпанев, Голубев, Жуков, 2000-2012 гг.). Оригинальная методика полевых постоянных учетных площадок позволила оценить комплексную (с учетом влияния комплекса объектов) вредоспособность (вредоносность) всех вредителей, заболеваний растений и сорняков (Зубков и др., 2005) и в итоге завершить численную модель полевой фации агроландшафта. На основе модели были разработаны экологизированные технологии защиты проса, кукурузы, гороха, яровых зерновых и озимых культур (Лаптев, Шпанев, Гончаров, 2008-2011 гг.) от сорняков, вредителей и болезней насколько позволяет ассортимент и финансов» целесообразность. Кстати высокая стоимость препаратов обуславливает их эко-

номиию ответственность за применение пестицидов населением и природой. В сочетании с оценками комплексной вредоспособности видов сорняков, вредителей и заболеваний растений можно за короткий срок существенно поправить химзащитное дело.

Рассмотренные отрицательные обстоятельства говорят о необходимости, положительные - о возможности модернизации защиты растений. Предложены следующие основные предикторы защиты растений в ближайшие годы.

-На примере описания полевых агробиоценозов Каменной степи показано богатство для региона Центрального Черноземья. На полях полевого севооборота в середине лета одновременно присутствовало до 856 видов мезофауны членистоногих, в т.ч. 48% видов фитофагов и около 30% видов энтомофагов, культуры поражали 52 вида фитопатогенов, произрастало 70 видов сорняков (Шпанев, 2012), что обеспечивало фитосанитарную устойчивость агроценозов и умеренную, за исключением полей гороха, фитосанитарную обстановку.

-Вторым по значимости предиктором служит оценка коэффициентов вредоспособности (В%) в процентах от потенциального урожая и далее на их основе - вредоносности ($E_{потерь} = E_{В\%} \times X$) от сеgetальной растительности, основных вредителей и фитопатогенов полевых культур (X). Потери зерна по культурам (от озимых зерновых до гороха) составили 16.8 ... 37.3% от потенциального (без влияния вредных объектов) урожая (Шпанев, 2012).

Остальные предикторы реформирования защиты растений соотносятся с этими главными предикатами (свойствами) агроценозов:

-эколого-биоценотическая концепция фитосанитарной оптимизации агробиоценозов и растениеводства в целом - оздоровление при снижении пестицидной нагрузки (Новожилов, 1997; Павлюшин, ВЗР, 2009, №4, 2011, №2; Долженко и др., 2011, №3);

-полная инвентаризация агроэкосистем согласно структуре пространственной организации сельскохозяйственных угодий (Шпанев, 2012) и построение статистических моделей агроценозов всех полевых культур, что позволяет экономически оценить относительно немногочисленную группу вредоносных видов насекомых, фитопатогенов и уровень засоренности сорняками, против которых следует организовывать защитные мероприятия по результатам фитосанитарного мониторинга, тем самым экономно поддерживая умеренную фитосанитарную обстановку полевого ландшафта;

-агробиоценологический подход к фитосанитарному мониторингу, когда фитосанитарное состояние посевов определяется в масштабе целостной севооборотной агроэкосистемы, причем с учетом не только численности, но и признаков, адекватно характеризующих вредоносность (степень повреждения/поражения растений, проективного покрытия сорняками и т.п.), особенно на полях вновь вводимых в производство новых сортов;

-освоение методологии оценки вредоносности всего комплекса вредных видов в посеве с коэффициентами вредоносности каждого вредного объекта с учетом его взаимодействия со всеми присутствующими в комплексе вредными организмами (с использованием методов многомерной статистики);

-развитие законодательства по охране сельской природы - комплекс мер по сохранению, рациональному использованию и восстановлению ее ресурсов, борьба с техногенным загрязнением, организация заповедников и заказников;

-развитие биоценологической защиты садовых и полевых культур с использованием «естественного биометода» (стимуляции естественных факторов регулирования численности вредоносных видов паразитами и хищниками, видами-антагонистами, гербифагами;

-смена подходов в защите растений - от борьбы с вредными объектами на уровне полевых популяций к прерыванию на уровне ценоконсорций нежелательных биоценологических процессов согласно концепции их саморегуляции - путем протравливания и интоксикации семян и растений, обработки посевов «щадящими» пестицидами и другими химсредствами при сниженных нормах расхода и т.д.;

-проверка новых сортов и видов растений, вводимых в производство, на предмет фитосанитарии и сохранения устойчивости агробиоценозов;

-организация генетического сезонного мониторинга восприимчивости сортов к патогенам и популяционной динамики вирулентности последних и развитие «генетики биоценологических процессов» в целом;

-в соответствии с расширением подходов в системе обработки почвы (отказом от повсеместной глубокой отвальной пахоты и сплошного внесения минеральных удобрений), адекватная оценка агротехнического метода борьбы и переход к разработке мероприятий с целью решения остаточных защитных проблем в региональных системах земледелия и растениеводства средствами современной защиты растений (Танский, 2010);

-исполнение приоритетной многоцелевой задачи - снижения токсической нагрузки на популяции вредных видов до уровня биоценологической безопасности и сохранения устойчивости агробиоценозов;

-организация систем технологий защиты растений (ТЗР) на уровне целостных севооборотных агроэкосистем на основе критериев (с уточнением их на практике), рассчитанным по комплексным коэффициентам вредоносности $V\%$ вредных объектов с учетом их совместного влияния;

-агрогеоэкосистемный подход к агроландшафтному землеустройству и фитомелиорированию, районированию и фитосанитарному оздоровлению (улучшению) агроэкосистем с учетом их геоструктурных осо-

бенностей, модернизации защиты растений в системах почвоохранного ландшафтного земледелия (ВЗР, 2011, 4, с.32-33);

-современный ассортимент микробиологических и химических СЗР щадящего действия (Долженко и др., 2011) и новые схемы их использования;

-разработка устройств фитосанитарного мониторинга и биоценологической диагностики для ТЗР точного земледелия с ГИС-наведением наблюдателя на места массового

распространения вредоносных объектов;

-модернизация защиты растений с участием профильных НИИ в регионах при должном финансировании со стороны местной администрации и МСХ РФ.

Материал изложен с позиции двух уровней исследований: фундаментального (первые предикторы) и прикладного, подробно в монографии «Агробιοценологическая модернизация защиты растений» (2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Над агробιοценологией - относительно молодой науки XX века трудилось несколько поколений ученых ВИЗР. Их труд завершился разработкой АГРОБИОГЕОЦЕНОЛОГИИ - молодой науки XXI века, соединившей знания об агробιοценозах и из них состоящих целостных агроэкосистем, как природных саморазвивающихся в абиогенных условиях среды и добавочных антропогенных воздействий Человека. Агробιοгеοценология методологически растеклась по всем направлениям защиты растений и земледелия. Полученные в результате многолетних исследований знания позволяют коренным образом модернизировать полевую защиту растений, сменив парадигму уничтожения вредящих видов на парадигму прерывания вредоносных для культурных растений трофических биоценологических процессов (Зубков, 2013, 2014).

Разработана «Концепция модернизации полевой защиты растений», зарегистрированная в базе данных Россельхозакадемии под регистрационным номером результата RASHN.7820003347.11.8.015.0/010. «Приведен обзор терминологических, организационных и методологических аспектов экосистемных исследований агроэкологических направлений (фитосанитарного, агротехни

ческого, агрофитοэкологического), с которыми связана модернизация защиты растений от полевых вредных организмов и химического загрязнения в рамках адаптивно-ландшафтной интенсификации растениеводства. В ВИЗР развитο агробιοценологическое направление исследований живых сообществ пахотных земель (агроэкосистем). Теоретические положения агробιοценологии, основанные на концепции организационно-пространственной структуры полевого биогеοценоза (целостной агроэкосистемы) как образовании не на одном поле (агроценозе), а на территории как минимум полевого севооборота восполнены структурой функциональной организации агробιοгеοценоза - концепцией саморегуляции в нем биоценологических процессов, протекающих на структурном уровне агроценоконсорций (элементарных агроэкосистемок). Введен новый термин 'естественный биометод' - модификация условий с целью стимулирования регулирования популяций фитофагов со стороны хищных и паразитических членистоногих» Разработчик: ГНУ Всероссийский НИИ защиты растений. Ученый секретарь Н.А.Белякова. Автор Зубков А.Ф. (<http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2202/12309.html>).

Список русскоязычной литературы

- Алейникова М.М. Почвенная фауна различных ландшафтов среднего Поволжья // Почвенная фауна различных ландшафтов Среднего Поволжья. М., Наука, 1964, с. 5-51.
- Алейникова М.М. Почвообитающие беспозвоночные как биологические индикаторы типов пахотных почв // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М., Наука, 1976, с. 42-53.
- Бей-Биенко Г.Я. Состав и динамика биоценозов неосвоенных и вновь осваиваемых земель // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 год. Л., 1936, с. 75-76.
- Бей-Биенко Г.Я. О районировании сельскохозяйственных культур по комплексам вредителей (на примере биоценоза пшеничного поля) // Записки ЛСХИ, нов. изд., 1939, 3, с. 123-134.
- Бей-Биенко Г.Я. К теории формирования агробиоценозов: некоторые закономерности изменения фауны насекомых и других беспозвоночных при освоении целинных земель // 3-е совещ. ВЭО. Тез. докл., 1957, 1, с. 76-79.
- Бей-Биенко Г.Я. О некоторых закономерностях изменения фауны беспозвоночных при освоении целинной степи // Энтомолог. обозрение, 1961, 40, 4, с. 763-765.
- Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. М., Высшая школа, 1980, 416 с.
- Бей-Биенко Г.Я., Григорьева Т.Г., Четыркина И.А. Характеристика наземной и почвенной фауны в биоценозах Оренбургской степи близ поселка Саверовки Халиловского района // Итоги научно-иссл. работы ВИЗР за 1935 г. Л., 1936, с. 78-82.
- Беклемишев В.Н. Основные понятия биоценологии в приложении к животным компонентам наземных сообществ // Труды по защите растений, 1931, 1, 2, с. 277-358.
- Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей // Бюлл. МОИП, отд. биол., 1951, 56, 5, с. 3-30.
- Берман Д.И. О регуляторном значении избытка хищников в стабилизации численности животных в биоценозах // Журнал общей биологии, 1970, 31, 4, с. 436-448.
- Биоценоз пшеничного поля. М., Наука, 1986, 151 с.
- Бодренков Г.Е. Взаимосвязи энтомофауны агробиоценозов и естественных биоценозов в Центрально-Черноземной полосе // Конференция по биоценологии и методам учета численности вредителей с.-х. культур и леса. Тез. докл., Л., 1971, с. 8-10.
- Бодренков Г.Е. Агробиеогеоценозы злаковых культур Центрально-черноземной полосы // Науч. труды Курского пед. ин-та, 1974, с. 106-112.
- Буй Ван Ик, Ха Минь Чунг, Зубков А.Ф. Оценка вредоносности болезней риса с учетом избирательности растений патогенами // Экологические аспекты вредоносности болезней зерновых культур. ВИЗР, Л., 1987, с. 58-63.
- Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии // Л., Наука, 1983, 248 с.
- Василевич В.И., Ипатов В.С. Некоторые черты структуры надорганизменных системных уровней // Журнал общей биологии, 1969, 30, 6, с. 643-651.
- Вернадский В.Н. Об условиях появления жизни на Земле // Изв. АН СССР, Б-5, 1931, № 5, с. 633-653.
- Викторов Г.А. Биоценоз и вопросы численности насекомых // Журнал общей биологии, 1960, 21, № 6, с. 401-410.
- Воеводин А.В. Вредоносность сорных растений в агрофитоценозах // Защита растений, 1978, 3, с. 21-23.
- Воеводин А.В., Зубков А.Ф. Методические приемы оценки вредоносности сорных растений // Сельскохозяйственная биология, 1986, 1, с. 57-62.
- Воронин К.Е., Вилкова Н.А., Афанасенко О.С., Иващенко В.Г., Исси И.В., Воронина Э.Г. Интеграция иммунитета растений и биометода как биоценологическая основа стратегии совершенствования фитосанитарных технологий в агроэкосистемах // Вестник защиты растений, 1999, 1, с. 67-73.
- Воронин К.Е., Пукинская Г.А., Воронина Э.Г., Максимова Н.Л., Зубков А.Ф. Биоценологическая роль афидофагов и энтомофтороза в агроэкосистемах // Вестник защиты растений, 2000, 3, с. 3-18.
- Вронский В.А. Прикладная экология. Ростов-на-Дону, 1996, 509 с.
- Гантимурова Н.И. Интенсивность микробных превращений соединений азота в почве степной экосистемы и агроценоза // Агроценозы степной зоны. Новосибирск, 1984, с. 81-93.
- Гаузе Г.Ф. О некоторых основных проблемах биоценологии // Зоологический журнал, 1936, 15, 3, с. 363-381.
- Гиляров М.С. Почвенные вредители и обработка почвы // Защита растений, 1937, 14, с. 84-87.
- Гиляров М.С. Параллелизм в формировании энтомоценозов злаковых полей в Восточной Европе и

Северной Америке // Доклады АН СССР, 1943, 38, 1, с. 49-51.

Гиляров М.С. Некоторые теоретические положения современной экологии // Третья экологическая конференция. Тез. докл., Киев, 1945, 1, с. 45-47.

Гиляров М.С. Диагностика и география почв в свете почвенно-зоологических исследований // Успехи современной биологии, 1949, 28, 3(6), с. 339-353.

Гиляров М.С. Современные представления о вторичных биоценозах // Пятое совещ. ВЭО. Тез. докл. М.-Л., 1963, с. 14-15.

Гиляров М.С. Почвенные животные как компоненты биоценоза // Журнал общей биологии, 1965, 26, 3, с. 276-289.

Гиляров М.С. Биоценология и защита растений // Сельскохозяйственная биология, 1977, 5, с. 670-676.

Гиляров М.С. Биогеоценология и агроценология // Структурно-функциональная организация биогеоценозов. М., Наука, 1980а, с. 8-22.

Гиляров М.С. Агроценология - важное направление современной биогеоценологии // Природа, 1980б, с. 2-6.

Гиляров М.С. Агроценология - важное направление современной биогеоценологии. К 100-летию со дня рождения В.Н.Сукачева // Природа, 1980в, с. 2-8.

Гиляров М.С. Биоценология и теория естественного отбора // Журнал общей биологии, 1980г, 41, 3, с. 325-331.

Гиляров М.С. Биоценологические закономерности в агроценозах // Новое в жизни, науке, технике. Сер. биология, 1984, 11, с. 23-29.

Глебов А.И. Агроэкологические проблемы защиты озимой пшеницы от вредителей в условиях сухого земледелия // Вопросы экологии в системе земледелия. Сб. науч. тр., Ставрополь, 1993, с. 83-94.

Голубев С.В. Пауки как компонент агроэкосистем Каменной степи (ЦЧП). ВИЗР, СПб, 2006, 55 с.

Григорьева Т.Г. Вредители зерновых злаков в биоценозах целинных степей // Итоги науч.-иссл. работ ВИЗР за 1935 год. Л., 1936, с. 82-85.

Григорьева Т.Г. Роль почвенного покрова в формировании почвенной фауны // Почвоведение, 11, 1950, с. 681-686.

Григорьева Т.Г. О некоторых общих закономерностях формирования агробиоценозов и о принципах защиты растений на целинных землях // Журнал общей биологии, 1960, 21, 6, с. 411-418.

Григорьева Т.Г. Некоторые итоги и перспективы изучения вредителей зерновых культур и борьба с ними при освоении целины // Зоологический журнал, 1962, 41, 1, с. 3-17.

Григорьева Т.Г. Особенности формирования вредной фауны на полях пшеницы и задачи защиты растений в целинных районах Северного Казахстана и Заволжья // Труды ВЭО, 50, М.-Л., Наука, 1965, с. 5-56.

Григорьева Т.Г. Формирование агробиоценозов в связи с освоением целинной степи и залежных земель // Вопросы защиты с.-х. культур от вредителей. М., 1968, с. 41-51.

Григорьева Т.Г., Жаворонкова Т.Н. Роль антропогенных и природных факторов в формировании трофической структуры пшеничного агробиоценоза // Энтомолог. обозрение, 1973, 52, 3, с. 489-507.

Гродзинский А.М. К вопросу о задачах и предмете агробиогеоценологии // Проблемы агробиогеоценологии. Тез. докл. М., 1979, с. 13-22.

Гродзинский А.М., Злобин Ю.А., Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Словарь-справочник по агрофитоценологии и луговедению. Киев, 1991, 136 с.

Дмитриев А.А. Комплексная вредоносность сорняков, болезней и вредителей в посевах льна-долгунца. Автореф. канд. дисс. СПб, 2003, 21 с.

Жуков В.Н. Комплексная вредоносность сорняков полевого севооборота Каменной Степи (ЦЧП). ВИЗР, СПб-Пушкин, 2004, 87 с.

Жученко А.А. Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве // Сельскохозяйственная биология, 1993, 5, с. 3-35.

Жученко А.А. Эколого-генетические основы интегрированной системы защиты растений // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. трудов Всероссийского съезда по защите растений (СПб, декабрь 1995 г.). СПб, 1997, с. 9-24.

Жученко А.А. Научные приоритеты развития растениеводства в XXI веке // Вестник РАСХН, 2, 2000, с. 9-15.

Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М., 2004, 1111 с.

Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М. Изд-во Агрорус, 2008, т. 1, с. 816.

Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М., Агрорус, 2009, 2, 1098 с.

Заева И.П. Влияние химических обработок на биоценоз пшеничного поля // Труды ВЭО, 50,

1965, с. 228-239.

Заславский В.А., Сугоняев Е.С. Биологическое подавление вредителей как проблема современной экологии // Зоологический журнал, 1967, 46, 10, с. 1536-1551.

Зеленухин И.А. Введение // Итоги научно-иссл. работы ВИЗР за 1935 г. Л., 1936, с. 5-10.

Зубков А.Ф. Агробиеоценотические аспекты защиты растений в Западной Сибири и некоторые принципы количественной характеристики агробиеоценоза // Матер. к симпозиуму молодых ученых г.Новосибирска, посвященному 50-летию ВЛКСМ. Биология. Новосибирск, 1968, с. 41-49.

Зубков А.Ф. Некоторые принципы количественной характеристики агробиеоценоза // Энтомологическое обозрение, 1970, 49, 4, с. 717-728.

Зубков А.Ф. Вредоносность насекомых, повреждающих всходы сахарной свеклы в средней полосе Западной Сибири // Энтомолог. обозрение, 1973, 52, 2, с. 273-286.

/Зубков А.Ф. Методические указания по оценке биоценологических связей с помощью путевого регрессионного анализа. ВИЗР, Л., 1973а, 44 с.

/Зубков А.Ф. Методические указания по оценке вредоносности комплекса вредных организмов при помощи путевого регрессионного анализа // ВИЗР, Л., 1981, 32 с.

Зубков А.Ф. Методика количественной оценки роли энтомофагов в полевых условиях (унифицированный подход). ВИЗР, Л., 1984, 20 с.

Зубков А.Ф. Трофическая структура полевых ценозов в условиях интенсивных режимов выращивания культур // Биоценоз пшеничного поля. М., Наука, 1986, с. 40-45.

Зубков А.Ф. Биоценотическая оценка комплексной вредоносности организмов на полевых культурах // Сельскохозяйственная биология, 3, 1989, с. 114-123.

Зубков А.Ф. Роль паразитизма в системе триотрофа вида-фитофага // III Всесоюзный съезд паразитологов. Тез. докл. Киев, 1991, с. 64.

Зубков А.Ф. Полевой кормовой севооборот как целостная экосистема // Экология, 1992, 2, с. 3-11.

Зубков А.Ф. Структурная организация агробиеоценоза и его место в эволюции живого // Сельскохозяйственная биология, 1992а, 3, с. 23-35.

Зубков А.Ф. Агробиеоценологическая фитосанитарная диагностика. ВИЗР, СПб, 1995, 386 с.

Зубков А.Ф. Биогеоценотические объект-

элементы и подходы к их изучению // Экология, 1996, 2, с. 89-95.

Зубков А.Ф. Концепция ведения агробиеоценологических исследований на агроэкологических стационарах. СПб, Пушкин, 1997, 22 с.

Зубков А.Ф. Агробиеоценология. ВИЗР, СПбГУ, СПб, 2000, 208 с.

Зубков А.Ф. Экспериментальный очерк о вредителях сахарной свеклы в Западной Сибири и взгляды на современную защиту растений. СПб, 2003, 204 с.

Зубков А.Ф. Становление и развитие агробиеоценологии (I). Вестник защиты растений, 2005а, 1, с. 3-17.

Зубков А.Ф. Становление и развитие агробиеоценологии (II). Вестник защиты растений, 2005б, 2, с. 3-14.

Зубков А.Ф. Становление и развитие агробиеоценологии (III) // Вестник защиты растений, 2005в, 3, с. 26-38.

Зубков А.Ф. Агробиеоценология как экспериментальный раздел биогеоценологии // Успехи современной биологии, 2005г, 125, 3, с. 247-259.

Зубков А.Ф. Агробиеоценология (Краткий курс). ВИЗР, СПб, 2005д, 76 с.

Зубков А.Ф. Агробиеоценология - методологическая основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем и полевой защиты растений // Второй всероссийский съезд по защите растений, Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы съезда. СПб, 2005е, т. 2, с. 526-528.

Зубков А.Ф. Концепция саморегуляции биоценологических процессов в агроэкосистеме // Вестник защиты растений, 2007, 1, с. 3-17.

Зубков А.Ф. Естественный биометод в естественной агроэкосистеме // МОББ, 2011, 42, с. 83-88.

Зубков А.Ф. Агроэкосистемное естествознание // Современные тенденции в сельском хозяйстве. Сборник трудов I международной интернет-конференции. Казань, 15-17 октября 2012 г. Казань, КУ, 2012а, с. 100-105.

Зубков А.Ф. Сельскохозяйственное полевое естествознание и роль энтомологии // XIV съезд русского энтомологического общества. Россия. Санкт-Петербург 27 августа - 1 сентября 2012 г. Материалы съезда. СПб, 2012б, с. 161-162.

Зубков А.Ф. Агробиеоценологическая модернизация защиты растений // Третий Всероссийский съезд по защите растений, Санкт-Петербург, 16-20 декабря 2013. Фитосанитарная оптимиза-

М., Колос, 1993, с. 3-11.

Кирьянова Е.С., Гурвич Г.А. Фауна нематод Оренбургской степи близ пос. Саверовка Халиловского района и прогноз ее возможного воздействия на урожай при освоении этих районов // Итоги научно-иссл. работ ВИЗР за 1935 год. Л., 1936, с. 85-88.

Ковалев Я.Г., Родионова А.Е., Иванов Д.А. Адаптивные реакции сорных растений в посевах овса в зависимости от условий произрастания // Вестник защиты растений, 2004, 1, с. 3-10.

Коваленков В.Г., Костюков В.В., Тюрина Н.М., Хомченко Е.В. Условия и возможности формирования сбалансированного агробиоценоза на посевах сои // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем, 2004, 1, с. 163-174.

Козо-Полянский Б.М. Введение в дарвинизм. Воронеж, 1932, 154 с.

Коломиец Н.Г., Артамонов С.Д. Чешуекрылые - вредители березовых лесов // Новосибирск, 1985, 129 с.

Комаров В.Н. Сорная растительность СССР // Растительность СССР, 2. М.-Л., АН СССР, 1940, 576 с.

Комаров Н.Ф. Культурные посевы как предмет геоботанических исследований // Труды Воронежского ун-та, 7, бот. отд., 1935, с. 126-146.

Кросли Д.А., Хауз Г.Дж., Снайдер Р.М., Снайдер Р.Дж., Стиннер Б.Р. Положительные взаимодействия в агроэкосистемах // Сельскохозяйственные экосистемы. М., 1987, с. 75-84.

Лабрада Р., Зубков А.Ф. Вредоносность сорных растений на Кубе // Бюлл. ВИЗР, 1991, 75, с. 44-49.

Лаптиев А.Б. Фитосанитарная обстановка в условиях адаптивного земледелия в каменной степи. СПб, 2003, 80 с.

Лахидов А.И. Афидагроценокомплекс Центрально-Черноземной зоны. СПб, 1997, 200 с.

Лысенко Е.Г. // Зерновое хозяйство России, 2010, 4, с. 10-13.

Любищев А.А. К методике учета экономического эффекта вредителей (хлебный пилильщик и узловая толстоножка) // Тр. по защите растений. ВИЗР. 1931а, вып. 1, 2, с. 359-505.

Любищев А.А. К вопросу об установлении размера потерь, причиняемых вредными насекомыми // Защита растений, 5-6, 1931б, с. 472-488.

Любищев А.А. Основа методики учета потерь от вредителей // Защита растений, 4, 1935, с. 12-29. М., Колос, 1996, 255 с.

Марков М.В. Агрофитоценология как раздел

геоботаники // I межвузовское совещание по вопросам агрофитоценологии. Тез. докл. КазГУ, 1967. № 3-6.

Марков М.В. Агрофитоценология. Казань, 1972, 270 с.

Марков М.В. Изучение агробиогеоценозов // Программа и методика биогеоценологических исследований. М., Наука, 1974, с. 358-369.

Мордкович В.Г., Андриевский В.С., Мордкович Г.Д. Особенности животного населения почв и закономерности сукцессии // Агроценозы степной зоны. Новосибирск, 1984, с. 71-81.

Надыкта В.Д. Роль биологического метода в системах защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов // Вестник защиты растений, 1999, 1, с. 83-88.

Наумов Н.А. Общий курс фитопатологии, 1926, 504 с.

Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований, 1937, 272 с.

Наумов Р.В. Чередование вспышек массовых размножений листогрызущих вредителей в дубравах Ульяновской области // Матер. II итоговой научной конференции зоологов Волжско-Камского края. Казань, 1975, с. 27-38.

Нефедов Н.И. К происхождению и сравнительному изучению биоценозов пшеничного и люцернового поля // Уч. зап. Сталинградского гос. пед. ин-та, 1953, 3, с. 139-172.

Ниязов О.Д., Сугоняев Е.С., Яковук В.А., Васильева Л.А., Балахнина И.В. Предварительные результаты изучения фауны вредных и полезных видов членистоногих в насаждениях яблони и черешни в приазовских степях Краснодарского края // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем, 2004, 1, с. 174-181.

Новиков В.М., Южаков А.И. Система удобрений в севооборотах и оптимизация азотного питания яровой пшеницы при интенсификации земледелия // Интенсификация возделывания зерновых культур в Западной Сибири. СибНИИЗХим, Новосибирск, 1990, с. 91-103.

Новожилов К.В. Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства // Сельскохозяй. биология, 1996, 5, с. 28-38.

Новожилов К.В. Защита растений - фитосанитарная оптимизация растениеводства // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. трудов Всероссийского съезда по защите растений (СПб, декабрь 1995 г.). СПб, 1997, с. 35-46.

Новожилов К.В., Буров В.Н., Левитин М.М.,

Тютюрев С.Л., Павлюшин В.А. Стратегия фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях реформы АПК России // Всероссийский съезд по защите растений. Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. Тез. докл. (СПб, декабрь 1995 г.). СПб, 1995, с. 512-513.

Новожилов К.В., Захаренко В.А., Вилкова Н.А., Воронин К.Е. Эколого-биоценологическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии // Сельскохозяйственная биология, 1993, 5, с. 54-62.

Новожилов К.В., Павлюшин В.А. 70-летие (1929-1999) ВИЗР. Научный поиск: вчера, сегодня, завтра // 70 лет ВИЗР. Ретроспектива исследований (методология, теория, практика) 1929-1999. Сборник науч. трудов. СПб, 1999, с. 7-33.

Новожилов К.В., Павлюшин В.А. 70-летие (1929-1999) научного поиска ВИЗР - итоги и перспективы // Вестник защиты растений, 1999, 1, с. 5-21.

Новожилов К.В., Павлюшин В.А. Научные школы ВИЗР - истоки и развитие // Вестник защиты растений, 2010, 4, с. 3-22.

Одум Е. (Ю.) Экология // М., Просвещение, 1968, 168 с.

Одум Ю. Основы экологии // М., Мир, 1975, 740 с.

Одум Ю.П. Свойства агроэкосистем // Сельскохозяйственные экосистемы. М., 1987, с. 12-18.

Опыт изучения агроэкосистем в режиме агроэкологических стационаров. Иванов Д.А., Юдкин Л.Ю., Родионова А.Е., Зубков А.Ф. Тверь - СПб, 2000, 96 с.

Павлюшин В.А. Принципы построения систем биологической защиты растений интеграции биологических средств в фитосанитарных технологиях // Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства. Сб. трудов Всероссийского съезда по защите растений (СПб, декабрь 1995 г.). СПб, 1997, с. 249-259.

Павлюшин В.А. ВИЗР - 70 лет! // Защита и карантин растений, 1999, 6, с. 16-20.

Павлюшин В.А. Научные основы использования энтомопатогенов и микробов-антагонистов в фитосанитарной оптимизации тепличных агробиоценозов. Доктор. диссертация в виде доклада. СПб, 1998, 66 с.

Павлюшин В.А. Агроэкосистемный подход в решении фундаментальных проблем по защите растений (к 80-летию ВИЗР) // Вестник защиты растений, 2009, 4, с. 3-8.

Пачоский И.К. Описание растительности

Херсонской губернии, 2. Херсон, Изд. Одесского ун-та, 1917, 366 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. М., Мысль, 1990, 640 с.

Словарь экологических терминов и определений, EdwART. 2010 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.

Соколов М.С. Разработка и реализация институтами Российской академии сельскохозяйственных наук эколого-биоценологической концепции и стратегии долгосрочной агроценологической регуляции // Агрохимия, 1996, 6, с. 103-120.

Соколов М.С. Нормирование антропогенных воздействий на природные и сельскохозяйственные экосистемы (концептуальный подход) // Вестник РАСХН, 1999, 5, с. 15-17.

Соколов М.С., Коробской Н.Ф. Современная стратегия биологической защиты растений // Вестник РАСХН, 1996, 2, с. 18-21.

Соколов М.С., Филипчук О.Д. Повышение адаптивного потенциала доминантных продуцентов агроценоза к биотическим стрессорам // Сельскохозяйственная биология, 1997, 3, с. 3-31

Соколов М.С., Филипчук О.Д., Цаценко Л.В. Биоценологические критерии экологического нормирования // Сельскохозяйственная биология, 1998, 3, с. 3-24.

Стебаев И.В. Зоологическая диагностика в связи с изучением структуры, фенологических фаз и сукцессий почвенного покрова в условиях Сибири // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М., Наука, 1976, с. 325-335.

Столяров М.В. Пути восстановления и сохранения биоразнообразия мезофауны беспозвоночных в агроценозах юга России // Сельскохозяйственная биология, 1997, 3, с. 32-40.

Столяров М.В., Сугоняев Е.С., Умаров Ш.А. Динамика сообщества членистоногих хлопкового в Северном Афганистане. (Обоснование интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей) // Энтомологическое обозрение, 1974, 53, 2, с. 245-257.

Субикина Н.С., Никитин П.И. Фитосанитарная ситуация в Северо-восточном крае Ленинградской области. ВИЗР, СПб, 2006, 64 с.

Сугоняев Е.С. Опыт разработки интегрированной системы защиты хлопчатника от вредителей на биоценологической основе // Журнал общей биологии, 1979, 40, 5, с. 668-676.

Сугоняев Е.С., Камалов К. К изучению био-

ценотических связей и их влияния на динамику численности вредных и полезных членистоногих хлопкового поля в низовьях Миргаба // Экология и хозяйственное значение насекомых Туркмении. Ашхабад, 1976, с. 19-45.

Сугоняев Г.Е. и др. Экологический метод защиты яблоневого сада от вредных членистоногих на юге России. Методическое руководство. СПб, 2013, 60 с.

Сукачев В.Н. О растительной формации // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М., 1910, 2, с. 150.

Сукачев В.Н. Идеи развития в фитоценологии // Советская ботаника, 1942, 1-3, с. 5-17.

Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии. М., Наука, 1964, с. 5-49.

Сукачев В.Н. Основные понятия о биогеоценозах и общее направление их изучения // Программа и методика биогеоценологических исследований. М., Наука, 1974, с. 5-13.

Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера, экология, охрана природы. Справочное пособие. Киев, Наукова думка, 1987, 524 с.

Танский В.И. Особенности взаимосвязей насекомых-фитофагов и растений в агроценозах и биогеоценозах // Агроценоотические аспекты защиты растений. ВИЗР, Л., 1984, с. 20-30.

Танский В.И. Биологические основы вредности насекомых. М., 1988, 183 с.

Танский В.И. Биоценологический подход к интегрированной защите растений от вредных насекомых // Энтомолог. обозрение, 1997, 66, 2, с. 251-264.

Танский В.И., Гилевич С.И., Тулеева А.К. Влияние зерновых севооборотов на развитие вредных организмов в агроценозе яровой пшеницы // Вестник защиты растений, 2003, 1, с. 16-25.

Танский В.И., Зубков А.Ф., Соколов И.М. и др. Развитие агробиоценологических исследований в ВИЗР // Сб. научн. трудов ВИЗР, СПб, 1999, с. 55-63.

Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Соколов И.М., Гагкаева Т.Ю., Дормидонтова Г.Н., Цветкова Н.А. Влияние удобрений на развитие вредных организмов // Вестник защиты растений, 2001, 3, с. 3-11.

Танский В.И., Мамедов А.А. Биоценологический подход к защите хлопчатника // Защита растений, 10, 1992, с. 34-36.

Танский В.И., Наумова И.П., Гапонова А.Г., Бей-Биенко Н.Г. Вредность фузариозной

корневой гнили в зависимости от особенностей минерального питания яровой пшеницы и наличия на растениях других вредных организмов // Вестник защиты растений, 2000, 3, с. 13-19.

Танский В.И., Чумаков А.Е. Проблемы защиты растений в противозерозионной системе земледелия // Защита растений, 1984, 1, с. 34-36.

Теоретические основы разработки биологических средств защиты растений, новые отобраноанные формы полезных организмов, технологии изготовления биологических средств защиты растений и их применение. М., 2004, 68 с.

Титлянова А.А. Структура и режим функционирования агроценозов // Агроценозы степной зоны. Новосибирск, 1984, с. 105-108.

Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охилько И.П. и др. Агроценозы степной зоны. Новосибирск, Наука, 1984, 247 с.

Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охилько И.П. и др. Круговорот углерода и азота в агроценозах на южных черноземах Казахстана // Изв. СО АН СССР, сер. биол. наук, 1979, 15, 3, с. 23-29.

Титова Э.В., Жаворонкова Т.Н. Влияние распахивания целинной степи на состав и численность в популяциях жуков (Carabidae) // Труды ВЭО, 50, 1965, с. 103-120.

Тишлер В. Общие проблемы экологии, преимущественно по агроэкологическим исследованиям // Журнал общей биологии, 1960, 21, 5, с. 322-334.

Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. М., Колос, 1971, 456 с.

Толстова Ю.С. Инсектоакарициды в агроценозе плодового сада // Сборник научн. тр. ВИЗР. Агроценоотические аспекты защиты растений. Л., 1984, с. 42-48.

Троицкий Н.Н. Предисловие // Фридрикс К. Экологические основы прикладной зоологии и энтомологии. М.-Л., 1932, с. IX-XV.

Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М., Прогресс, 1980, 327 с.

Уразаев Н.А., Вакулин А.А., Марымов В.И., Никитин А.В. Сельскохозяйственная экология. М., Колос, 1996, 255 с.

Фадеев Ю.Н. Введение // Интегрированная защита растений. М., Колос, 1981, с. 7-18.

Фридрикс К. Экологические основы прикладной зоологии и энтомологии. М.-Л., 1932, 672 с.

Харт Р.Д. Детерминанты агроэкосистем // Сельскохозяйственные экосистемы. М., 1987, с. 104-118.

Хохлов Г.Н., Жарина Н.Л., Вяземская Е.О.,

Степанова И.В., Марченко Е.В. Фитосанитарный мониторинг сукцессий агроценозов на радиоактивно загрязненных территориях в зоне Чернобыльской АЭС // Вестник защиты растений, 2011, 1, с. 56-68.

Часовенная А.А. Основы агрофитоценологии. Л., ЛГУ, 1975, 188 с.

Чернова Н.М. Экологические сукцессии при разложении растительных остатков. М., Наука, 1977, 200 с.

Чернова Н.М. Особенности динамики комплекса микроартропод при разложении органических удобрений в пахотном слое // Формирование животного и микробного населения агроценозов. М., Наука, 1982, с. 12-13.

Чернышев В.Б. Экологическая защита растений // Защита растений. 1994, 8, с. 46-47.

Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М., 1990, 126 с.

Шпаар Д /ред./. Защита растений в устойчивых системах земледелия. Торжок, 2003, 1. 392 с.

Шпанев А.М. Биоценологическая характеристика посевов проса юго-востока ЦЧП. ВИЗР, СПб, 2005, 100 с.

Шпанев А.М. Комплексная вредоносность вредителей, болезней и сорняков на просе в Каменной Степи (ЦЧП). Автореф. канд. дисс. СПб, 2004, 19 с.

Шпанев А.М. Полевые экосистемы агроландшафта Каменной степи и их фитосанитарное оздоровление. ВИЗР, СПб, 2012, 304 с.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Биоценоз озимых зерновых культур (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2008, с. 284 с.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Биоценоз горохового поля в Каменной степи (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2009, с. 144 с.

Шпанев А.М., Голубев С.В. Агробιοценоз яровых зерновых культур (Юго-Восток ЦЧЗ). ВИЗР, СПб, 2010, 124 с.

Щеголев В.Н. Направление и методика работ по районированию территории СССР в отношении сельскохозяйственных вредителей и болезней // Защита растений, 1935, 3, с. 9-22.

Щеголев В.Н., Знаменский А.В., Бей-Биенко Г.Я. Насекомые вредящие полевым культурам. ВИЗР, М.-Л., 1934, с. 464.

Ячевский А.А. Основы микологии. Ленинград, 1933, 1037 с.

References

Alenikova M.M. 1964. Soil fauna of various landscapes of the Middle Volga region. In: Pochvennaya fauna razlichnykh landshaftov Srednego Povolzh'ya. Moscow: Nauka, p.5-51 (in Russian).

Alenikova M.M. 1976. Soil arthropods as biological indicators of types of arable soils. In: Problemy i metody biologicheskoi diagnostiki i indikatsii pochv. Moscow: Nauka, p.42-53 (in Russian).

Bei-Bienko G.Ya. 1936. Structure and dynamics of biocenoses of unreclaimed and new developed lands. In: Itogi nauchno-issl. rabot VIZR za 1935 god. Leningrad: p.75-76 (in Russian).

Bei-Bienko G.Ya. 1939. About division of agricultural crops into areas on complexes of pests (on an example of wheat crop). Zapiski LSKHI, nov. izd. 3, p.123-134 (in Russian).

Bei-Bienko G.Ya. 1957. To the theory of formation of agrobiocenoses: some laws of change of fauna of insects and other arthropods in development of virgin lands. In: 3-e soveshch. VEO. Tez. dokl.: 1, p.76-79 (in Russian).

Bei-Bienko G.Ya. 1961. About some laws of change of fauna of arthropods at development of vir-

gin steppe. Entomolog. obozrenie 40, 4, p.763-765 (in Russian).

Bei-Bienko G.Ya., Grigor'eva T.G., Chetyrkina I.A. 1936. The characteristic of ground and soil fauna in biocenoses of the Orenburg steppe near settlement Saverovka of the Hkalilovskii district. In: Itogi nauchno-issl. raboty VIZR za 1935 god. Leningrad: p.78-82 (in Russian).

Beklemishev V.N. 1931. The basic concepts of biocenology in relation to animal components of ground communities. In: Trudy po zashchite rastenii 1, 2 p.277-358 (in Russian).

Beklemishev V.N. 1951. About classification of biocenological relations. Byull. MOIPP, otd.biol. 56, 5, p.3-30 (in Russian).

Berman D.I. 1970. About regulatory value of high abundance of predators in stabilization of number of animals in biocenoses. Zhurnal obshchei biologii, 31, 4, p.436-448 (in Russian).

Biocenosis of wheat crop. 1986. Moscow: Nauka, 151 p. (in Russian).

Bodrenkov G.E. 1974. Agrobiogeocenoses of cereal crops of the Central Black Earth Region. In: Nauch. trudy Kurskogo ped. in-ta, p.106-112 (in Rus-

sian).

Boness M. 1958. Biocoenotische über die Tierwelt von Klee und duzernefeldern. Zeitschrift für Morphol. u. Oekol. d. Tiere 47, 5, p.308-373.

Braun-Blanquet. 1928. Pflanzensoziologie Berlin. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin: Verlag von Julius Springer, 1928, 330 s.

Bui Van Yk, Ha Ming Chung, Zubkov A.F. 1987. The estimation of harmfulness of rice diseases taking into account selectivity of plants by pathogens. In: Ekologicheskie aspekty vredonosnosti boleznei zernovykh kul'tur. Leningrad: VIZR, p. 58-63 (in Russian).

Chasovennaya A.A. 1975. Fundamentals of agrophytocenology. Leningrad: LGU, 188 p. (in Russian).

Chernova N.M. 1977. Ecological succession at decomposition of the vegetation. Moscow: Nauka, 200 p. (in Russian).

Chernova N.M. 1982. Some features of dynamics of micro-arthropod communities in soil in conditions of organic fertilizers decomposition. In: Formirovanie zhivotnogo i mikrobnogo naseleniya agrotsenozov. Moscow: Nauka, p.12-13 (in Russian).

Chernyshev V.B. 1994. Ecological plant protection. Zashchita rastenii 8, p.46-47 (in Russian).

Chumakov A.E., Zakharova T.I. 1990. Harmfulness of cultural plant diseases. Moscow, 126 p. (in Russian).

Crosley D.A., House G.J., Snider R.M., Snider R.J., Stinner B.R. 1987. Positive interactions in agroecosystems. In: Sel'skokhozyaystvennyye ekosistemy. Moscow, p.75-84 (in Russian).

Dmitriev A.A. 2003. Total harmfulness of weeds, diseases and pests in long-fibred flax crops. Avtoreferat kand. diss. St.Petersburg, 21 p. (in Russian).

Fadeev Yu.N. 1981. Introduction. In: Integrirovannaya zashchita rastenii. Moscow: Kolos, p.7-18 (in Russian).

Fadeev Yu.N., Novozhilov K.V., Bayku T. 1981. Principles of integrated plant protection. In: Integrirovannaya zashchita rastenii. Moscow: Kolos, p.19-49 (in Russian).

Friderks K. 1932. The ecological fundamentals of applied zoology and entomology. Moscow-Leningrad, 672 p. (in Russian).

Gantimurova N.I. 1984. Intensity of microbe nitrogen transformation in soils of steppe ecosystems and agroecosystems. In: Agrotsenozy stepnoi zony. Novosibirsk, p.81-93 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1943. Parallelism in formation of

insect communities of cereal crops in the East Europe and Northern America. Doklady AN SSSR 38, 1, p.49-51 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1945. Some theoretical statements of modern ecology. In: Tret'ya ekologicheskaya konferentsiya. Tez.dokl., Kiev 1, p.45-47 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1949. Diagnostics and geography of soils in the light of soil and zoological researches. Uspekhi sovremennoi biologii 28, 3(6), p.339-353 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1963. Modern representations about secondary biocenoses. In: Pyatoe soveshch. VEO. Tez. dokl. Moscow-Leningrad, p.14-15 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1965. Soil arthropods as components of biocenosis. Zhurnal obshchei biologii 26, 3, p.276-289 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1980. Biogeocenology and agroecology. In: Strukturno-funktsional'naya organizatsiya biogeotsenozov. Moscow, Nauka, p.8-22 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1980a. Agroecology as an important line in modern biogeocenology. To the centenary of V.N. Sukachev. Priroda 6, p.2-8 (in Russian).

Gilyarov M.S. 1984. Biocenotic rules in agroecology. In: Novoe v zhizni, nauke, tekhnike. Ser.biol. 11, p.23-29 (in Russian).

Glebov A.I. 1993. Agroecological problems of winter wheat protection against pests in conditions of dry agriculture. In: Voprosy ekologii v sisteme zemledeliya. Sb. nauch. tr., Stavropol', p.83-94 (in Russian).

Grigor'eva T.G. 1936. Cereal pests in virgin steppe communities. In: Itogi nauchno-issledovatel'skikh rabot VIZR za 1935. Leningrad, p.82-85 (in Russian).

Grigor'eva T.G. 1950. The role of top-soil in soil fauna formation. Pochvovedenie 11, p.681-686 (in Russian).

Grigor'eva T.G. 1960. About some general rules of development of agrobiocenoses and principles of plant protection in virgin lands. Zhurnal obshchei biologii 21, 6, p.411-418 (in Russian).

Grigor'eva T.G. 1962. Some results and prospects of study of pests in cereal crops and struggle against these at development of a virgin soil. Zoologicheskii zhurnal 41, 1, p.3-17 (in Russian).

Grigor'eva T.G. 1965. Features of formation of harmful fauna on wheat fields and tasks of plant protection in virgin areas of Northern Kazakhstan and Volga region. In: Trudy VEO 50, p.5-56 (in Russian).

- Grigor'eva T.G. 1968. Formation of agrobiocenoses in connection with development of virgin steppe and lay lands. In: Voprosy zashchity s.-kh. kul'tur ot vreditelei. Moscow, p.41-51 (in Russian).
- Grigor'eva T.G. Zhavoronkova T.N. 1973. The role of anthropogenic and natural factors in formation of trophic structure of a wheat crops. Entomolog. obozrenie; 52, 3, p.489-507 (in Russian).
- Grodzinskii A.M. 1979. To a question on tasks and subject of agrobiogeocenology. In: Problemy agrobiogeotsenologii. Tez. dokl. Moscow, p.13-22 (in Russian).
- Grodzinskii A.M. Zlobin Y.A., Mirkin B.M., Naumova L.G. 1991. The dictionary on agrophytocenology and meadow science. Kiev, 136 p. (in Russian).
- Hart R.D. 1987. Determinants of agroecosystems. In: Agricultural ecosystems. Moscow, p. 104-118 (in Russian).
- Igoshina K.N. 1936. Short description of geobotanic conditions near Shaverovka settlement in the Halilovsky area of the Orenburg region. In: Itogi nauchno-issl. rabot VIZR za 1935 god. Leningrad, p.76-77 (in Russian).
- Ipatov V.S. 1966. About concept of phytocenosis and an elementary cell of social life of plants. Vestnik Leningrad. un-ta, ser.biol. 3, p.56-62 (in Russian).
- Ivanov D.A., Yudkin L.Yu., Rodionova A.E., Zubkov A.F. 2000. Experience of agroecosystem study in agroecological stations. Tver-St.Petersburg, 96 p. (in Russian).
- Kamyshev N.S. 1939. Combinations of fields as phytocenoses. In: Trudy Voronezhskogo un-ta, botan. otdel 11, 2, p.33-62 (in Russian).
- Karg J. 1973. An attempt to estimate the energy flow through the population of Colorado beetle (*Leptinotarsa decimlineata* Say) // Ecol. pol., 21, 17, p.239-250.
- Kashkarov D.N. 1933. Environment and community (fundamentals of synecology). Moscow, 244 p. (in Russian).
- Kashtanov A.N. 1993. Ecologically friendly agriculture. In: Agroekologicheskie printsipy zemledeliya, Moscow, Kolos, p.3-11 (in Russian).
- Kir'yanova E.S., Gurvich G.A. 1936. Nematode fauna in Orenburg steppe near Shaverovka settlement in the Halilovsky area and forecasting of its effect on crops. In: Itogi nauchno-issl. rabot VIZR za 1935 god. Leningrad, p.85-88 (in Russian).
- Kolomiets N.G., Artamonov S.D. 1985. Lepidopterans are the birch wood pests. Novosibirsk, 129 p. (in Russian).
- Komarov V.L. 1935. Crops as a subject of geobotanical researches. Trudy Voronezhskogo un-ta 7, bot. otd., p.126-146 (in Russian).
- Kovalenkov V.G., Kostjukov V.V., Tjurina N.M., Homchenko E.V. 2004. Conditions and possibilities of development of balanced agrobiocenosis in soybean crops. In: Biologicheskaya zashchita rastenii - osnova stabilizatsii agroekosistem 1, p.163-174 (in Russian).
- Kovalev Ya.G., Rodionova A.E., Ivanov D.A. 2004. Adaptive reactions of weeds in oat crops in different growth conditions. In: Vestnik zashchity rastenii, 1, p.3-10 (in Russian).
- Kozo-Polyanskii B.M. 1932. Introduction to Darwinism. Voronezh (in Russian).
- Labrada R, Zubkov A.F. 1991. Harmfulness of weeds in Cuba. Byulleten' VIZR, 75: 44-49 (in Russian).
- Lakhidov A.I. 1997. Complex of "plant-aphids-predators" of the Central Black Earth zone. Saint-Petersburg, 200 p. (in Russian).
- Laptiev A.B. 2003. Phytosanitary conditions in adaptive land management in Kamennaya Steppe. St.Petersburg, 80 p. (in Russian).
- Lyubishchev A.A. 1931a. To the method of registration of economic effect from pests (cereal saw fly and cereal nodal chalcid). In: Trudy po zashchite rastenii, VIZR, 1, 2, p.359-505 (in Russian).
- Lyubishchev A.A. 1931b. To the question of determining yield losses caused by harmful insects. In: Zashchita rastenii, 5-6, p.472-488 (in Russian).
- Lyubishchev A.A. 1935. The basis of the method for pest losses estimation. Zashchita rastenii, 4: 12-29 (in Russian).
- Markov M.V. 1967. Agrophytocenology as a section of geobotany. In: I mezhvuzovskoe soveshchanie po voprosam agrofytotsenologii. Tez. dokl., KazGU, p.3-6 (in Russian).
- Markov M.V. 1972. Agrophytocenology. Kazan', 270 p. (in Russian).
- Markov M.V. 1974. Study of agrobiogeocenoses. In: Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy. Moscow: Nauka, p.358-369 (in Russian).
- Mordkovich V.G., Andrievsky V.S., Mordkovich G.D. 1984. Peculiarities of the soil animal populations and laws of succession. In: Agrotsenozy stepnoi zony. Novosibirsk, p.71-81 (in Russian).
- Nadykta V.D. 1999. The role of biological method in plant protection systems against pests. Vestnik zashchity rastenii; 1, p.83-88 (in Russian).
- Naumov R.V. 1975. Alternation of flashes of

mass reproduction of leaf-eating pests in oak groves of the Ulyanovsk region. In: Mater. II itogovoi nauchnoi konferentsii zoologov Volzhsko-Kamskogo kraia. Kazan', p.27-38 (in Russian).

Nefedov N.I. 1953. To an origination and comparative study of wheat and alfalfa crops. In: Uch.zap. Stalingradskogo gos. ped. in-ta; 3, p.139-172 (in Russian).

Niyazov O.D., Sugonyaev E.S., Yakovuk V.A., Vasileva L.A., Balachnina I.V. 2004. Preliminary results of study on harmful and beneficial arthropods in apple and cherry orchards in Near-Azov Sea steppes of Krasnodar region. In: Biologicheskaya zashchita rastenii - osnova stabilizatsii agroekosistem 1, p.174-181 (in Russian).

Novikov V.M., Yuzhakov A.I. 1990. System of fertilizers in crop rotations and optimization of nitric nutrition of spring wheat in conditions of intensification of agriculture. In: Intensification of cultivation of grain crops in Western Siberia. Novosibirsk, p. 91-103 (in Russian).

Novozhilov K.V. 1996. Problems of optimization of phytosanitary conditions of plant growing. Sel'skokhoz. biologiya 5, p.28-38 (in Russian).

Novozhilov K.V. 1997. Plant protection is a phytosanitary optimization of plant growing. In: Problemy optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya rastenievodstva. Sb. trudov Vserossiiskogo s'ezda po zashchite rastenii (SPb, dekabr' 1995 god). Saint-Petersburg, p.249-259 (in Russian).

Novozhilov K.V., Pavlushin V.A. 1999. Seventy years (1929-1999) of scientific research of VIZR: results and perspectives. Vestnik zashchity rastenii 1, p.5-21 (in Russian).

Novozhilov K.V., Zaharenko V.A., Vilkova N.A., Voronin K.E. 1993. The ecological and biocenosis concept of plant protection in adaptive agriculture. Sel'skokhoz. biologiya 5, p.54-62 (in Russian).

Odum E. 1968. Ecology. Moscow: Prosveshcheniye, 168 p. (in Russian).

Odum E. 1975. Fundamentals of ecology. Moscow: Mir, 740 p. (in Russian).

Odum E. 1987. Features of agroecosystems. In: Sel'skokhozyaistvennye ekosistemy, Moscow, p.12-18.

Pachoskii I.K. 1917. The description of vegetation of the Kherson province. Kherson: Izd. Odesskogo un-ta, 2 (in Russian).

Pavlushin V.A. 1997. Principles of biological plant protection and integration in phytosanitary technologies. In: Problemy optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya rastenievodstva. In: Sb. trudov

Vserossiiskogo s'ezda po zashchite rastenii (SPb, dekabr' 1995 god). Saint-Petersburg, p.249-259 (in Russian).

Pavlushin V.A. 1998. Scientific bases of use of entomopathogeneous fungi and microbes in phytosanitary optimization of communities in greenhouses. Doktor. dissertatsiya v vide doklada. Saint-Petersburg, 66 p. (in Russian).

Pavlushin V.A. 1999. Seventy years to VIZR. Zashchita i karantin rastenii 6, p.16-20 (in Russian).

Reimers N.F. 1990. Wildlife management. Moscow: Mysl, 640 p. (in Russian).

Ryszkowski L. 1974. Energy and matter economy in ecosystems. (Abstract). Proc. 1st. Int. Congr. Ecol. Hague. Wageningen. P. 38.

Ryszkowski L., Zyczynska-Baloniak I. 1985. Homestaza ekosystemow // Zesz. probl.post.nauk.rol., 306, p.105-125.

Schpaar D // ed./.. 2003. Plant protection in stable systems of land management. 1. Torzhok, 392 p. (in Russian).

Shchegolev V.N. 1935. Methods for territorial zoning of USSR concerning agricultural pests and diseases. Zashchita rastenii 3, p.9-22 (in Russian).

Shelford V. 1912. Ecological succession // V.Biol. Bull.Marika Biol. Labor. Woodshole, Mass. № 23, 349 p.

Shpanev A.M. 2005. Biocenological characteristics of millet crops in south-east of Central Black-Earth region. St.Petersburg, 100 p. (in Russian).

Sokolov M.S. 1996. Working out and realization of ecological conception and strategy of long-term regulation of agrobiocenoses by Institutes of Russian Academy of Agricultural Sciences. Agrokimiya 6, p.103-120 (in Russian).

Sokolov M.S. 1999. Regulation of human influence on natural and agricultural systems (conceptual approach). Vestnik RASKHN 5, p.15-17 (in Russian).

Sokolov M.S., Korobskoi N.F. 1996. Modern strategy of biological plant protection. Vestnik RASKHN 2, p.18-21 (in Russian).

Sokolov M.S., Philipchuk O.D. 1997. Increase of adaptive potential in dominant producer plants in agrobiocenosis to biological stresses. Sel'skokhoz. biologiya 3, p.3-31 (in Russian).

Stebaev I.V. 1976. Zoological diagnostics in connection with study of structure, phenological phases and succession of a soil cover in conditions of Siberia. Problemy i metody biologicheskoi diagnostiki i indikatsii pochv. Moscow: Nauka, p.325-335 (in Russian).

Stolyarov M.V., Sugonyaev E.S., Umarov Sh.A.

1974. Dynamics of arthropods in cotton crops in North Afghanistan (Substantiation of integrated system of cotton protection against pests). *Entomologicheskoe obozrenie* 53, 2, p.245-257 (in Russian).

Sugonyaev E.S. 1979. Working out of integrated system of cotton protection against pests on biological basis. *Zhurnal obshchei biologii* 40, 5, p.668-676 (in Russian).

Sugonyaev E.S., Kamalov K. 1976. To the study of biocenosis connections and their influence on dynamics of number of harmful and useful arthropods of cotton field in lower reaches of Murgab. In: *Ekologiya i khozyaistvennoe znachenie nasekomykh Turkmenii*. Ashkhabad, p.19-45 (in Russian).

Sukachev V.N. 1910. About formation of vegetative. In: *Dnevnik XII s'ezda russkikh estestvoispytatelei i vrachei*, ottd. Moscow: 2, p.150 (in Russian).

Sukachev V.N. 1942. Ideas of development in phytocenology. *Sovetskaya botanika* 1-3, p.5-17 (in Russian).

Sukachev V.N. 1964. The basic concepts of wood biogeocenology. In: *Fundamentals of wood biogeocenology*. Moscow, Nauka, p.5-49 (in Russian).

Sukachev V.N. 1974. The basic concepts about biogeocenoses and the general line of their study. *Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy*. Moscow: Nauka, p.5-13 (in Russian).

Sytnik K.M., Brayon A.V., Gordetsky A.V. 1987. Biosphere, ecology, wildlife preservation. *Handbook*. Kiev: Naukova dumka, 524 p. (in Russian).

Tanskii V.I. 1984. Peculiarities of interrelations between phytophagous insects and plants in crops and natural communities. In: *Agrotsenoticheskie aspekty zashchity rastenii*. Leningrad: VIZR, p. 20-30 (in Russian).

Tanskii V.I. 1988. Biological fundamentals of harmfulness of insects. Moscow, 183 p. (in Russian).

Tanskii V.I. 1997. Biocenotic approach to the integrated plant protection against pests. *Entomologicheskoe obozrenie* 66, 2, p.251-264 (in Russian).

Tanskii V.I., Chumakov A.E. 1984. Problems of plant protection in soil-saving system of agriculture. *Zashchita rastenii* 1, p.34-36 (in Russian).

Tanskii V.I., Ghilevich S.I., Tuleeva A.K. 2003. The influence of cereal crop rotation on development of pests in spring wheat crops. *Vestnik zashchity rastenii* 1, p.16-25 (in Russian).

Tanskii V.I., Levitin M.M., Ishkova T.I.,

Sokolov I.M., Gagkaeva T.Yu., Dormidontova G.N., Tsvetkova N.A. 2001. The influence of fertilizers on development of pests. *Vestnik zashchity rastenii* 3, p.3-11 (in Russian).

Tanskii V.I., Mamedov A.A. 1992. Biocenotic approach to cotton protection. *Zashchita rastenii* 10, p.34-36 (in Russian).

Tanskii V.I., Naumova I.P., Gaponova A.G., Beibienko N.G. 2000. Harmfulness of the fusariose root rot in different mineral supply of spring wheat and presence of other harmful organisms. *Vestnik zashchity rastenii*, 3, p.13-19 (in Russian).

Tansley A.G. 1935. The use and abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology* 16, 3, p.284-307 (in English).

Theoretical bases of biological plant protection, new selected forms of beneficial organisms and technologies of making biological preparations and their application. 2004. Moscow, 68 p. (in Russian).

Tishler W. 1971. Agricultural ecology. Moscow: Kolos, 456 p. (in Russian).

Titlyanova A.A., Kiryushin V.I., Okhin'ko I.P. et al. 1979. Circulation of carbon and nitrogen in crops in southern black earth soils of Kazakhstan. In: *Proceedings of SB of AS of the USSR, biology*, 15, 3, p. 23-29 (in Russian).

Titlyanova A.A., Kiryushin V.I., Okhin'ko I.P. et al. 1984. Crops of the steppe zone. Novosibirsk, Nauka, 247 p. (in Russian).

Titova E.V., Zhavoronkova T.N. 1965. The influence of ploughing up of virgin steppe on structure and number in populations of ground beetles (Carabidae). In: *Trudy VEO* 50, p.103-120 (in Russian).

Tolstova Yu.S. 1984. Insect-acaricides in agroecology of orchards. In: *Sbornik nachn. tr. VIZR. Agrotsenoticheskie aspekty zashchity rastenii*. Leningrad, p.42-48 (in Russian).

Troitskii N.N. 1932. Preface. In: *Frideriks K. Ekologicheskie osnovy prikladnoi zoologii i entomologii*. Moscow-Leningrad, p.XIV, 117 (in Russian).

Trojan P. 1967. Investigation on population of cultivated fields. In: *Secondary productivity of territorial ecosystems*. Ed.K.Petrasewicz, Warszawa-Krakow, p.545-561.

Urazaev N.A., Vakulin A.A., Marymov V.I., Nikitin A.V. 1996. Agricultural ecology. Moscow: Kolos, 255 p. (in Russian).

Vasilevich V.I. Sketches of theoretical phytocenology. Leningrad, Nauka, 1983, 248 p. (in Russian).

- Vasilevich V.I. Ipatov V.S. 1969. Some features of structure of super-organism system levels. *Zhurnal obshchei biologii*, 30, 6, p. 643-651 (in Russian).
- Victorov G.A. 1960. Biocenosis and questions of number of insects. *Zhurnal obshchei biologii* 21, 6, p.401-410 (in Russian).
- Voevodin A.V. 1978. Harmfulness of weeds in agrophytocenoses. *Zashchita rastenii*, 3, p. 21-23 (in Russian).
- Voevodin A.V., Zubkov A.F. 1986. Estimation methods for weed harmfulness. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 1, p.57-62 (in Russian).
- Voronin K.E., Pukinskaya G.A., Voronina E.G., Maksimova N.L., Zubkov A.F. 2000. Biocenotic role of aphid predators and entomophagorose in agroecosystems. *Vestnik zashchity rastenii*, 3, p.3-18 (in Russian).
- Voronin K.E., Vilkova N.A., Aphanasenko O.S., Ivashchenko V.G., Issi I.V., Voronina E.G. 1999. Integration of plant immunity and biological method for plant protection as biocenological basis of improvement of phytosanitary technologies in agroecosystems. *Vestnik zashchity rastenii* 1, p.67-73 (in Russian).
- Vronskii V.A. 1996. Applied ecology. Rostov-na-Donu, 509 p. (in Russian).
- Wright S. 1921. Correlation and causation. *J.Agricult. Res.*, 20, p. 557-585.
- Zaeva I.P. 1965. The influence of chemical treatment on wheat crop. *Trudy Vsesoyuznogo entomologicheskogo obshchestva* 50, p.228-239 (in Russian).
- Zaslavskii V.A., Sugonjaev E.S. 1967. Biological suppression of pests as a problem of modern ecology. *Zoologicheskii zhurnal* 46, 10, p.1536-1551 (in Russian).
- Zelenuhin I.A. 1936. Introduction. *Itogi nauch.-issled. In: Raboty VIZR za 1935 god. Leningrad*, p.5-10 (in Russian).
- Zhuchenko A.A. 1993. Problems of adaptation in a modern agriculture. *Sel'skokhoz. biogiya* 5, p.3-35 (in Russian).
- Zhuchenko A.A. 1997. Ecological-genetic basis of integrated plant protection system. In: *Problemy optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya rastenievodstva. Sbornik trudov Vserossiiskogo s'ezda po zashchite rastenii* (St.Petersburg, December 1995), St.Petersburg, p.9-24 (in Russian).
- Zhuchenko A.A. 2000. Scientific priority of plant growing development in XXI century. *Vestnik RASKHN*, 2, p.9-15 (in Russian).
- Zhuchenko A.A. 2004. Resource potential of grain production in Russia, Moscow, 111 p. (in Russian).
- Zhukov V.N. 2004. Total harmfulness of weeds in field crop rotation in Kamennaya Steppe. St. Petersburg: VIZR, 87 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 1968. Agrobiocenosis aspects of plant protection in Western Siberia and some principles of the quantitative characteristic of an agrobiocenosis. In: *Mater. k simpoziumu molodykh uchenykh g.Novosibirska, posvyashchennomu 50-letiyu VLKSM. Biologiya. Novosibirsk*, p.41-49 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1970. Some principles of quantitative characteristics of agrobiocenosis. *Entomol. review*, 49, 4, p. 717-728 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1973. Insect harmfulness damaging sugar beetroot shoots in the middle area of Western Siberia. *Entomologicheskoe obozrenie*, 52 (2): 273-286 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1973a. Methodical instructions for estimation of agrobiocenosis connections using path regression analysis. Leningrad, VIZR, 44 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 1981. Methodical instructions for estimation of harmfulness of harmful organisms' complex using path regression analysis. Leningrad: VIZR, 32 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 1986. Trophic structure of crops in conditions of intensive plant cultivation. *Biocenosis of wheat crop. Moscow, Nauka*, p. 40-45 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1989. Biocenosis estimation of complex harmfulness of organisms in crops. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 3: 114-123 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1992a. Structural organization of agrobiogeocenosis and its place in evolution. *Agricultural biology*, 3, p. 23-35 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1992b. Crop rotation of fodder crops as an integral ecosystem. *Ekologiya*, 2, p.3-11 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1995. Agrobiocenological phytosanitary diagnostics. Saint-Petersburg, 386 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 1996. Biogeocenotic elements and approaches to their study. *Ekologiya*, 2, p.89-95 (in Russian).
- Zubkov A.F. 1997. Conception of agrobiocenological research on agroecological stations. St.Petersburg, Pushkin, 22 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 2000. Agrobiocenology. St.Petersburg, 208 p. (in Russian).
- Zubkov A.F. 2003. Experimental essay on sugar beat pests in Western Siberia and some views on modern plant protection. St.Petersburg, 204 p. (in Russian).

Zubkov A.F. 2005. Agrobiocenology (Brief course). St.Petersburg, 76 p. (in Russian).

Zubkov A.F. 2005a. Formation and development of agrobiocenology (I). Vestnik zashchity rastenii, 1: 3-17 (in Russian).

Zubkov A.F. 2005b. Formation and development of agrobiocenology (II). Vestnik zashchity rastenii, 2: 3-14 (in Russian).

Zubkov A.F. 2005c. Agrobiocenology (Brief course). St.Petersburg, VIZR, 76 p. (in Russian).

Zubkov A.F., Aksyutova L.A., Gusev G.V. 1982. Estimation of the influence of entomophagous species on number of cabbage plant louse (*Brevicoryne brassicae*) in the Amur area. Zoological journal, vol.61, 2, p.217-226 (in Russian).

Zubkov A.F., Cherkashin V.I. 1997. Realization of the biocenological approach in phytosanitary monitoring. In: Problemy optimizatsii fitosanitarnogo sostoyaniya rastenievodstva. In: Sbornik trudov Vserossiiskogo s'ezda po zashchite rastenii (Sankt-Peterburg, dekabr' 1995). St. Petersburg: VIZR, p. 176-178 (in Russian).

Zubkov A.F., Kornilova E.N., Gaponova A.G., Lomovskoi S.M. 1984. Estimation of yield losses of winter wheat caused by the complex of harmful organisms. Vestnik s.-kh. nauki, 8: 87-95 (in Russian).

Zubkov A.F., Lakhidov A.I. 1999. Statistical model of the complex "plant-aphids-predators" in agroecosystems of Central black earth region. St. Petersburg, 36 p. (in Russian).

Zubkov A.F., Melikova L.N., Lomovskoi S.M., Kornilova E.N., Sokolov I.M. 1991. The influence of protective actions on phytosanitary conditions and productivity of intensive winter wheat crops in Stavropol region. In: Problems of plant protection from harmful organisms in intensive agriculture. Leningrad: VIZR,

p.51-59 (in Russian).

Zubkov A.F., Shchekochikhina R.I., Lomovskoi S.M., Kornilova E.N. 1989. Total harmfulness of weeds, pests and diseases in winter wheat crops. In: Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki, 12, p.129-132 (in Russian).

Zubkov A.F., Shpanev A.M., Zhukov V.N. 2005. Complex harmfulness of weeds, pests and diseases in field crop rotation in the south-east of the Central black earth region of Russia. Agroecological station "Kamennaya Steppe" (Scientific Research Institute of Agriculture of the Central black earth region of V.V. Dokuchaev). St. Petersburg: VIZR, 72 p. (in Russian).

Zubkov A.F., Titova R.P. 1968. To the characteristics of trophic structure of wheat crops in Priobskaya forest-steppe. In: Materialy k simpoziumu molodykh uchenykh g. Novosibirska, posvyashchenomu 50-letiyu VLKSM. Biologiya. Novosibirsk, p. 50-59 (in Russian).

Zubkov A.F., Titova R.P. 1976. Trophic structure of wheat crops and its change under influence of chemical treatments in Near-Ob forest-steppe. Entomol. obozrenie 55, 1, p.5-18 (in Russian).

Zubkov A.F., Titova R.P., Nesterova O.A., Zakladnaya A.G., Volkova L.D. 1986. Biocenological effects of pesticide treatment in fodder pea crops in conditions of intensive agriculture. In: Ekologicheskie osnovy predotvrashcheniya poter' urozhaya ot vreditelei, boleznei i sornyakov. Leningrad: VIZR, p.80-91 (in Russian).

Zubkov A.F., Titova R.P., Nesterova O.A., Zakladnaya A.G., Volkova L.D. 1991. Agrobiocenological diagnostics of intensive fodder crops in Western Siberia. In: Problemy zashchity sel'skokhozyaistvennykh kul'tur ot vrednykh organizmov v intensivnom zemledelii. Leningrad, VIZR, p.107-122 (in Russian).

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора. <i>И.А.Гричанов</i>	3
Введение	6
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АГРОБИОЦЕНОЛОГИИ	8
Глава I. Физиономическое описание агробиоценозов	8
Глава II. Экосистемное развитие агробиоценологии.	20
Глава III. Оценка комплексной вредоносности сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур	31
Formation and development of agrobiocenology (ch. I)	43
Formation and development of agrobiocenology (ch. II)	53
Formation and development of agrobiocenology (ch. III)	60
Глава IV. Агробиоценология как экспериментальный раздел биогеоценологии	68
Глава V. Агробиогеоценология как методология агроландшафтного естествознания	82
Агроэкосистемное естествознание	84
Сельскохозяйственное полевое естествознание и роль энтомологии	87
«Естественный биометод» как объект естествознания пахотных земель	88
Участие науки защита растений в естествознании сельскохозяйственных земель	91
РОЛЬ АГРОГЕОБИОЦЕНОЛОГИИ В МЕТОДОЛОГИИ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ, БОЛЕЗНЕЙ И СОРНЯКОВ	93
Глава VI. Агробиоценология - методологическая основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем в полевой защиты растений	93
Агробиоценологическая модернизация защиты растений	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
Литература	100
References	107

ISBN 978-5-93717-050-7



9 785937 170507

Научное издание. RIZO-печать
ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
Лицензия ПЛД № 69-253. Подписано к печати 20 августа 2015 г., 10 п. л. Тир. 100 экз.