

=====МАТЕРИАЛЫ ВТОРОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ=====
===== «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭКОЛОГИИ»=====

УДК: 51-7.574

Математические модели в теории биологических популяций и сообществ (истоки становления и первые результаты)

©2012 Полуэктов Р.А. *

Агрофизический институт РАСХН, Санкт-Петербург, Гражданский пр. 14, 195220, Россия

Аннотация. Рассмотрены исторические аспекты формирования математической популяционной биологии и биоценологии с момента ее зарождения в 60-е годы 20-го столетия. Отмечается решающая роль в становлении этой области знаний таких выдающихся ученых как Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский и Алексей Андреевич Ляпунов. Отмечается также значимость таких мероприятий как летние школы, проводимые под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского и А.А. Ляпунова в Подмосковье, регулярные семинары и неформальные школы, организованные в этот период в ряде научных организаций страны (Агрофизический институт, Институт цитологии и генетики, Ростовский госуниверситет). В результате всех этих исследований отечественная математическая биология вышла на уровень, сопоставимый с мировыми стандартами.

Ключевые слова: математическая биология, биологические популяции, биоценозы, неформальные школы.

Математическая биология в настоящее время представляет собой вполне сформировавшийся раздел прикладной математики. Однако до середины прошлого века в нашей стране работы этого направления практически отсутствовали. Причина этого общеизвестна. Она заключается в концепции биологии как науки, насаждавшейся тогда Лысенко. Зарубежные статьи также были весьма немногочисленны. Среди них можно отметить работы Р.Фишера (1930), В.Вольтерра (1931), П.Лесли (1945) и некоторые другие. В середине 60-х гг. XX века в разных учреждениях нашей страны появляются коллективы исследователей, обративших свое внимание на эту тематику. К ним относятся группы ученых, сформировавшиеся в Биологическом центре АН СССР (Пушино-на-Оке), Институте математики и Институте цитологии и генетики СО АН СССР (Новосибирск), Вычислительном Центре АН СССР (Москва), Агрофизическом институте (Ленинград). Появляются первые публикации: Свирежев Ю.М., Тимофеев-Ресовский Н.В. (1966), Базыкин А.Д. (1967), Гинзбург Л.Р. (1968), Ратнер В.А. (1969).

Стимулом формирования этой новой тематики послужило знакомство российской научной общественности с новым тогда направлением в науке – кибернетикой. Не последнюю роль сыграло и появление в 1958 году монографии И.А. Полетаева «Сигнал». Однако главным событием, которое стимулировало «взрыв» исследований, явились летние молодежные школы, проводившиеся в течение ряда лет в Подмосковье под руководством знаменитого биолога Николая Владимировича Тимофеева-

* r_poluektov@mail.ru

Ресовского и член-корреспондента АН СССР, математика и кибернетика Алексея Андреевича Ляпунова. Они были посвящены общим аспектам биологии – от молекулярного до биоценотического уровня, и включали также обсуждение немногочисленных результатов, касающихся математического моделирования биологических процессов. Первые три школы (1967-1969 гг.) состоялись в Можайском и Аксакове (под Москвой), и их вклад в развитие математической биологии трудно переоценить.

Однако вскоре эти школы перестали полностью удовлетворять лиц, профессионально работавших в этой области. Причина этого заключалась в обилии биологов среди их участников и в невозможности обсуждать на них математические результаты на профессиональном уровне. И тут группа матбиологов (Полуэктов Р.А., Ратнер В.А. и Свирежев Ю.А.) решила организовать свою школу-семинар в узком кругу профессионалов. Открытие школы состоялось в Агрофизическом НИИ 1 апреля 1969 года. Участники договорились собираться поочередно в Ленинграде и в Новосибирском Академгородке (Европа и Азия были представлены паритетно). Участие биологов было ограничено, и для участия в школе были приглашены только два ведущих специалиста в области генетики – Зоя Софроньевна Никоро и Раиса Львовна Берг. На заседаниях обсуждались новые результаты, ставились задачи и подводились итоги. На рис.1 представлена программа работы школы, а на рис. 2-3 – фотографии участников двух первых школ. Следует отметить, что представленные на школе сообщения тщательно осуждались, и на дискуссию по каждому из них отводилось до одного часа. Результатом этих обсуждений было появление серий статей и монографий и, по-существу, формирование отечественной школы математической биологии.

С Е М И Н А Р		4 апреля 1969 г.
<u>"МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПОПУЛЯЦИЙ И ЦЕНОЗОВ"</u>		<u>Управление в популяциях и ценозах</u>
1 апреля 1969 г.		
<u>Генетика популяций</u>		
1. РАТНЕР В.А. - "ОБОВЕННАЯ ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ И ТЕОРЕМА ШИВЕРА"		1. КАЛИНИН О.М. - "ЕДИНСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКИ И ПОПУЛЯЦИОННОСТИКИ"
2. ЕКИЗАРОВ В.Я. - "ОПТИМАЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОЦЕНОЗОВ"		2. ПОЛУЭКТОВ Р.А. - "МОДЕЛЬ КОНКУРЕНЦИИ"
3. ВАХАЯН А.Д. - "ОТБОР И ДИВЕРГЕНЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ"		3. ТЕН В.С. - "ПОЛИПАТИЯ"
4. БЕРГ Р.Л. - "О ГРУППОВОМ ОТБОРЕ"		4. БРЕЗНЕВ А.И. - "ОПТИМИЗАЦИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ СТАДА"
5. СВИРЕЖЕВ В.М. - "ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ В ПОПУЛЯЦИОННОЙ ГЕНЕТИКЕ"		5. ГИЛЬДЕРМАН В.И., ЖУРНИНА К.И. - "СИСТЕМЫ С ДИМЕТРИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ"
2 апреля 1969 г.		
<u>Генетика популяций</u>		
1. КАЙДАНОВ Л.З., ШИМАН В.И. - "		
2. ШИДЕРСОВ А.И., БЕРГ Р.Л. - "ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТА НА ГЕННЫЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИИ ХОЗЯИНА"		
3. НИКОРО З.С. - "НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ СЕЛЕКЦИИ"		
4. НАСИБОВА Л.А. - "ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СХЕМЫ РАЙТА"		
5. ГИММЕЛЬБАЕР А.А. - "МОДЕЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ГЕНЕТИКИ"		
3 апреля 1969 г.		
<u>Численность популяций и ценозов</u>		
1. ПОЛИВУК Е.И. - "О БИОЛОГИЧЕСКОМ ГАЗЕ"		
2. НИКИТОВ И.А. - "СТАТИСТИЧЕСКОЕ РАССМОТРЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ"		
3. ТЕН В.С. - "ПРЕДЕЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА В ПОПУЛЯЦИИ"		
4. ГИНСБУРГ Л.Р. - "ДИНАМИЧЕСКАЯ ФОРМА ПОПУЛЯЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ"		
5. ПЕЧУРКИН И.С. - "ДИНАМИКА МИКРОБНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ"		
6. МЕНШУТИН В.В. - "		

Рис. 1. Программа 1-й школы-семинара по применению математических методов в теории биологических популяций и ценозов.



Рис. 2а. Первое заседание. Актовый зал Агрофизического НИИ. За столом сидят: Г.И.Юзефович, Л.Р. Гинзбург (сидит спиной), Р.А. Полуэктов, В.А. Ратнер, Ю.М. Свирежев и А.Д. Базыкин. На заднем плане: И.А. Швытов, В.С. Тен.



Рис. 2б. Первое заседание. За столом сидят: Ю.М. Свирежев и А.Д. Базыкин. На заднем плане: В.В. Меншуткин, Ю.И. Гильдерман, Э.Х. Гинзбург.



Рис. 3. 2-я школа-семинар по применению математических методов в теории биологических популяций и ценозов. Сигулда (Латвийская ССР, 1970 г.).

Только в марте 1973 года в Можжинке (Звенигород) под эгидой Научного совета АН СССР по проблемам биосферы была организована I-я официальная школа, целевым направлением которой было рассмотрение вопросов применения математических методов в биологии [1]. Именно ее многие нынешние исследователи и отождествляют с началом появления математической биологии в нашей стране, хотя к этому времени в течение четырех лет уже успешно функционировала неформальная школа, и было проведено четыре ее заседания.

Дальнейшая судьба этого нового направления была тесно связана с периодическими конференциями, проводимыми в Биологическом центре АН СССР (Пушино-на-Оке), которые в течение многих лет с энтузиазмом организовывал Альберт Макарьевич Молчанов. Основная направленность большинства исследований была связана с разработкой динамической теории биологических популяций и ценозов. В частности, в монографии [2] Л.Р. Гинзбургом впервые предложена классификация зависимости типов приспособленности популяции от ее численности; исследованы особенности динамики возрастной и половой структур популяции, В.А. Ратнером, Р.А. Полуэктовым и А.А. Гимельфарбом дан всесторонний анализ особенностей генетической структуры менделеевских популяций, Ю.А. Пыхом предложено обобщение знаменитой теоремы естественного отбора Р.Фишера. Монография [2] явилась первым исследованием такого рода не только в отечественной, но и в мировой науке.

Новосибирские ученые Ю.И. Гильдерман, К.Н. Кудрина и И.А. Полетаев в 1970г. предложили новый класс динамических систем с лимитированием – т.н. L-систем или систем, линейных в конусах. Сохраняя свой линейный характер в конусах, эти системы позволяют учитывать влияние лимитирующих факторов, что чрезвычайно важно в приложениях к посевам культурных растений. В 1978г. появилась монография Ю.М. Свирижева и О.Д. Логофета «Устойчивость биологических сообществ», а несколько позже вышли монографии А.Д. Базыкина «Математическая биофизика взаимодействующих популяций» и В.В. Меншуткина «Математическое моделирование

популяций и сообществ водных животных». Результаты, полученные этими и многими другими авторами, имели не только теоретический, но и большой практический выход. Борьба с вредителями сельскохозяйственных и древесных растений, в том числе и биологические методы, распространение эпидемий, обоснование квот вылова ценных пород рыб, управление искусственным культивированием клеточных популяций, прогнозирование динамики демографических процессов – эти и другие подобные задачи получили твердую математическую базу.

Следует отметить еще один коллектив, внесший заметный вклад в эту отрасль знаний. Это группа молодых исследователей Ростовского госуниверситета. Сначала эта группа под руководством А.Б. Горстко занялась решением крупной хозяйственной проблемы: смоделировать отдаленные последствия плотины, которую планировалось построить между Азовским и Черным морями (такие проекты, как и поворот сибирских рек на Юг, вынашивались тогдашним руководством страны). Была построена большая компьютерная модель, которая показала бессмысленность этого акта. В дальнейшем по инициативе А.Б. Горстко Ростовский госуниверситет стал проводить ежегодные школы Всесоюзного масштаба на базах отдыха сначала в Лиманчике, а затем - в Дюрсо. Организаторами школы были Ю.А. Домбровский, Ф.А. Сурков, а ее почетным председателем проф. Н.И. Ворович. Последний как раз и был негласным главой ростовской группы. Надо сказать, что эта школа сыграла важную роль в становлении науки о применении математических методов к проблемам охраны окружающей среды. В отдельные годы она собирала до двухсот участников.

Нужно, разумеется, упомянуть еще одного крупного ученого и организатора науки. Речь идет об академике Н.Н. Моисееве. Являясь одним из руководителей Вычислительного Центра (ВЦ) АН СССР, он всячески стимулировал развитие работ по математической биологии в своем учреждении и в стране в целом. Сам Никита Николаевич имел косвенное отношение к математической биологии, но он внес огромный вклад в теорию управления природоохранной деятельностью человека, включая глобальные процессы биосферного уровня. В результате всех этих исследований отечественная математическая биология вышла на уровень, сопоставимый с мировой наукой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-05-00415.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Математические модели в биологии. В: *Материалы I школы по математическому моделированию сложных биологических систем*. М.: Наука, 1975. 156 с.
2. Полуэктов (ред.). *Динамическая теория биологических популяций*. М.: Наука, 1974. 455 с.

Материал поступил в редакцию 25.10.2011, опубликован 10.01.2012.