



СИНЕРГЕТИКА И ГЕОЭКОЛОГИЯ: ОПЫТ КОЭВОЛЮЦИИ*

*Е.Н. Егоров, А.В. Иванов, А.А. Короновский,
Д.И. Трубецков, А.Е. Храмов, И.А. Яшков*

Статья содержит информацию о результатах организации в Саратовском университете Всероссийской научной школы для молодежи «Нелинейные феномены, хаос, критические явления и методы их исследования с помощью вейвлетного, кластерного и спектрального анализа в геоэкологических процессах». Вниманию читателя предлагаются обзоры тематических лекций, лабораторных практикумов, защит научно-исследовательских работ слушателей школы, круглого стола и полевого семинара. Мероприятия школы выполнены приглашенными специалистами и саратовскими учеными в области нелинейной динамики, наук о Земле и геоэкологии.

Ключевые слова: Синергетика, геоэкология, науки о Земле, научная школа для молодежи.

Гораздо быстрее мы можем изменить другую традицию – обучение завтрашних ученых методами вчерашнего дня.

Федерико Майер

С 6 по 12 октября 2009 года в Саратовском государственном университете имени Н.Г. Чернышевского в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы проходила Всероссийская научная школа-конференция для молодежи «Нелинейные феномены, хаос, критические явления и методы их исследования с помощью вейвлетного, кластерного и спектрального анализа в геоэкологических процессах». Проведение Школы было приурочено к столетнему юбилею Саратовского государственного университета.

Целью школы-конференции являлось эффективное освоение молодыми учёными лучших научных и методических отечественных и мировых достижений в области геологии, географии и геоэкологии, обучение методологии и инструментам анализа нелинейных явлений, создание условий для проведения междисциплинарных исследований на стыке наук о Земле, экологии и нелинейной науки о колебаниях и волнах.

*© Материалы Всероссийской научной школы для молодежи на компакт-диске – Саратов: Изд-во «Новый ветер», 2009. – 1 DVD-диск – Миним. систем. требования: Celeron 2Гц, 512 МБ ОЗУ, Windows XP, разрешение экрана 1024*768, DVD-ROM. Microsoft Internet Explorer 6.0. ISBN 978-5-317-02815-2.

В рамках прошедшей Школы молодые исследователи имели возможность прослушать лекции учёных, специализирующихся в области междисциплинарных исследований на стыке основных направлений Школы, по наиболее актуальным вопросам геоэкологии, наук о Земле и нелинейной динамики. Программа Школы предполагала также проведение комплекса мероприятий, связанных со стажировкой молодых исследователей – слушателей и участников Школы. В рамках стажировки молодые учёные кроме посещения лекций участвовали в научно-практических семинарах, направленных на закрепление полученных на Школе знаний и навыков, на круглом столе «Синергетика и геоэкология: пути коэволюции», а также в полевом семинаре. По завершении лекционной программы Школы проводилась защита научно-практических работ молодых участников Школы. Лучшие из работ вошли в электронный сборник материалов Школы на DVD-диске (Материалы, 2009) [1], а также были размещены на Интернет-сайте Школы (<http://nonlin.sgu.ru/GEO2009/index.htm>).

Актуальность тематики Школы связана со всё возрастающей ролью нелинейной динамики – междисциплинарного научного инструмента познания – для изучения сложных систем как совокупности простых элементов и описания закономерности строения составных элементов системы (подсистем), их взаимосвязи, а также функционирования и эволюции этих подсистем как единого целого (как сложной составной системы). В последние десятилетия идеи и методы нелинейной динамики активно проникают в различные области знаний, в том числе в науки о Земле (геологию и географию), геоэкологию и экологию.

Идея организации и проведения научной Школы для молодежи состояла во вовлечении молодых учёных в области естественнонаучных специальностей в открытое обсуждение проблем самоорганизации геоэкологически опасных процессов и изучения ее механизмов с помощью методов нелинейной динамики. Широкое обсуждение специалистами различного научного профиля этих вопросов в рамках молодежной Школы позволило сосредоточить дискуссию по сложным и многогранным вопросам развития, функционирования и взаимодействия геоэкологических процессов, рассмотреть их сквозь призму нелинейных законов и явлений.

Основные лекции на Школе были прочитаны саратовскими и приглашёнными лекторами из различных научных центров и учебных заведений России. Лекторы, выступавшие на Школе, представляли Тихоокеанский институт географии ДВНЦ РАН (Владивосток), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Москва), Геологический институт Кольского научного центра РАН (Апатиты), Институт климатических и экологических систем Томского научного центра СО РАН (Томск), Ульяновский государственный технический университет (Ульяновск), Саратовский государственный технический университет (Саратов), а также Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского (Саратов).

По своей тематике все лекции, прочитанные на Школе, формально делились на три основных блока.

В первый блок вошли лекции, освещающие актуальные проблемы современных наук о Земле, глобальных геологических и геоэкологических процессах. В этот блок лекций вошли лекции член-корр. РАН профессора Д.И. Трубецкого (СГУ, Саратов) «Современная картина мира и место нелинейной науки в ней», зав. кафедрой геоэкологии СГУ, профессора А.В. Иванова «Геоэкология в Саратовском университете» и «Синергетические эффекты коэволюции геосфер», видеолекция профессора, член-корр. РАН Г.И. Худякова (Владивосток) «Самоорганизация растущей Земли: геология, геоморфология и геоэкология».

Второй блок объединил лекции, ориентированные на изучение и применение методов нелинейной динамики к анализу данных различной природы, в том числе геологических и геофизических. В частности, в рамках этого блока были прочита-

ны лекции профессора А.А. Короновского (СГУ, Саратов) «Нелинейные феномены и критические явления в процессе эволюции: статистический анализ палеонтологических данных и модели», профессора А.Е. Храмова (СГУ, Саратов) «Введение в вейвлетный и спектральный анализ», профессора А.Е. Храмова и ассистента С.А. Куркина «Фрактальные объекты и их размерности».

Третий блок лекций в большей степени был ориентирован на вопросы самоорганизации, функционирования и эволюции геологических и геоэкологических систем с точки зрения нелинейной динамики. Профессором П.М. Горяиновым (Апатиты) был подготовлен цикл лекций, посвящённый проблемам самоорганизации литосферных структур: «Самоорганизация магнитного поля Земли (к проблеме корректности палеомагнитных реконструкций)», «Перколяционные процессы как причина самоорганизации литосферных структур», «О фантомах современной теоретической геологии». Доцент З.К. Азизов (УлГТУ, Ульяновск) подготовил лекцию «Нелинейная динамика оползневых процессов на территории города Ульяновска и их моделирование». Профессором О.Д. Смилевцом (СГТУ, Саратов) представлена лекция «Самоорганизация рельефообразующих процессов в условиях крайнего Севера», профессором А.В. Поздняковым (Томск) видеолекция «Синергетические феномены в строении и функционировании рельефа Земли».

Наконец, на школе была прочитана лекция Д.И. Трубецкова, посвященная столетнему юбилею Саратовского государственного университета, которая вызвала значительный интерес слушателей школы. В ней были изложены вопросы истории развития Университета.

Среди слушателей школы были студенты, аспиранты и молодые научные сотрудники Московского физико-технического университета, Томского научного центра РАН, Института космофизического исследований и распространения волн РАН, Гематологического научного центра РАМН, ОАО «Саратовнефтегеофизика», Института мониторинга климатологических и экологических систем СО РАН, Саратовского государственного технического университета, Саратовского государственного университета. Как упоминалось выше, программа стажировки молодых учёных на Школе, помимо лекционных заседаний, включала в себя посещение семинарских занятий. Идея проведения семинаров состояла в применении на практике методов нелинейной динамики при анализе геологических и геоэкологических данных, в ходе которых слушатели выполняли ряд тестовых заданий.

Семинары «Анализ особенностей структуры и рисунка эрозионно-речной сети» и «Фрактальный анализ структуры и рисунка эрозионно-речной сети» представляли собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, включавших также лекцию профессора А.Е. Храмова и ассистента С.А. Куркина «Фрактальные объекты и их размерности».

В ходе *первого семинарского занятия*, подготовленного ассистентом кафедры геоэкологии СГУ к.г.н. И.А. Яшковым, участники Школы познакомились с одним из наиболее показательных объектов изучения геоморфологической науки – овражно-балочной сетью и геоэкологическими особенностями ее развития и функционирования в условиях современной урбанизации. Выбор организаторами Школы овражно-балочной сети в качестве объекта изучения в рамках семинарского занятия был продиктован тем, что именно она в условиях города является чаще всего «удобной» площадкой для развития целого комплекса экологически неблагоприятных процессов, зачастую с катастрофическими последствиями (подтопления и затопления городской территории, заболачивания, оползнеобразования, просадочности и т.д.). Кроме того, на территории засыпанных толщей техногенных отложений и замусоренных различными городскими отходами долин оврагов и балок формируются очаги острых инфекционных заболеваний.

После краткого теоретического курса, посвященного функционированию эрозионной сети в условиях современного урбогенеза, участники Школы получили практическое задание, которое было направлено на изучение рисунка современной эрозионной сети. Анализ рисунка эрозионной сети проводился по специально подготовленным для участников фрагментам крупномасштабных топографических карт территории города Саратова на разные временные интервалы. Практиканты получили задание схематично отобразить систему тальвегов эрозионной сети для последующего ее изучения с помощью фрактального анализа. В результате обработки схем тальвегов с помощью фрактального аппарата участники имели возможность сравнить значения фрактальной размерности на территорию модельных овражно-балочных бассейнов на разные годы. Такое задание предполагало развитие у участников Школы навыков анализа и обработки картографических материалов с последующим расчетом величины фрактальной размерности и интерпретацией этого показателя в зависимости от ряда особенностей каждого конкретного эрозионного бассейна.

Второе семинарское занятие, подготовленное доцентом к.ф.-м.н. И.С. Ремпен (СГУ, Саратов), проводилось в специально оборудованном компьютерном классе. Участникам семинара было предложено рассчитать фрактальную размерность по схемам участков овражно-балочной сети различных районов Саратова и Саратовской области, полученным с помощью топографических карт местности в ходе первого семинарского занятия. Методика получения результата была описана в специально предоставленном участникам семинара методическом пособии.

Во второй части семинара слушателям ставилась задача ознакомления с прикладными пакетами программ для компьютеров, автоматически решающими задачу расчета фрактальной размерности и фрактального анализа любых заданных одномерных и двумерных объектов, и приобретение навыков работы с ними. В заключение семинара участникам была предоставлена возможность проверить достоверность полученных ими практических результатов с помощью специально подготовленной на факультете нелинейных процессов компьютерной программы «ГЕОФРАКТАЛ 2.0» и оценить значение фрактального анализа в области применения методов нелинейной динамики к наукам о Земле.

В завершение семинарских занятий состоялось обсуждение полученных результатов. Вместе с ведущими семинаров слушатели имели возможность обсудить наиболее типичные ошибки, возникающие при применении теоретических методов нелинейной динамики на практике, границы применимости тех или иных методов к реальным геосистемам, обсудить другие вопросы, касающиеся применения полученных теоретических сведений. Таким образом, проводилась проверка эффективности усвоения слушателями Школы материала прослушанных лекций.

Другим мероприятием, включённым в программу стажировки молодых исследователей в ходе проведения Школы, стала защита слушателями (или малыми группами слушателей, работающих над проектом совместно) своих научно-исследовательских работ. Для этого участники должны были предварительно подготовить расширенные тезисы своего выступления, которые присылались в оргкомитет непосредственно перед началом Школы. Таким образом члены программного комитета могли заранее ознакомиться с содержанием докладов и отобрать работы наиболее высокого уровня. По окончании лекционной программы было проведено пленарное заседание, на котором слушатели представили доклады. Наилучшие работы по итогам защиты были отмечены дипломами школы-конференции.

В рамках *круглого стола* «Синергетика и геоэкология: пути коэволюции» состоялась презентация учебно-научной литературы, изданной за последние годы как организаторами Школы, так и их коллегами из ведущих научно-образовательных

организаций России. Выставка публикаций кафедры геоэкологии и факультета нелинейных процессов Саратовского университета, посвященных вопросам изучения геоэкологически опасных природных и природно-техногенных процессов с помощью различных методик, в том числе аппарата нелинейной динамики, вызвала значительный интерес участников круглого стола.

В обсуждении современных проблем нелинейной динамики, геологии и геоэкологии особо подчеркивалась важная роль синергетики, методический аппарат которой еще только начинает использоваться в науках о Земле, геоэкологии и экологии. Профессор Д.В. Михель (СГГУ, Саратов) отметил синергетические эффекты в развитии массовых эпидемий. Профессор П.М. Горяинов выступил с оценкой уровня современного развития синергетических идей в науках о Земле. Член-корр. РАН Д.И. Трубецков представил основные научные издания, посвященные нелинейно-динамическому моделированию различных процессов. Представленные сообщения вызвали активное обсуждение всех участников круглого стола. В результате работы круглого стола сформирована общая позиция организаторов и участников: многие проблемы современной геоэкологической науки могут быть решены в рамках междисциплинарных научных направлений на стыке наук о Земле и нелинейной динамики с использованием аппарата математического моделирования.

Полевой семинар для участников Школы был организован А.В. Ивановым и И.А. Яшковым. В течение двух рабочих дней Школы участники посетили наиболее показательные модельные полигоны изучения различных геоэкологически опасных процессов как на территории Саратова и его окрестностей, так и на территории Красноармейского административного района Саратовской области. Маршрутные работы предполагали знакомство с разнообразием геологических и геоморфологических методов изучения геоэкологически опасных объектов и явлений.

Разработанный программным комитетом учебно-научный план был выполнен в полном объеме. Принято решение о целесообразности проведения в следующем году второй Школы по данной тематике, посвящённой междисциплинарным исследованиям в области нелинейной динамики геосистем.

Научная школа проведена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы и при финансовой поддержке Некоммерческого партнерства «Поволжский торговый альянс» (Саратов, ген. директор В.В. Зародин).

SYNERGETICS AND GEOECOLOGY: WAYS OF COEVOLUTION

*E.N. Egorov, A.V. Ivanov, A.A. Koronovskii,
D.I. Trubetskov, A.E. Hramov, I.A. Yashkov*

This article contains the information concerning the organization of the All-Russian scientific school in the Saratov State University for young scientists. The paper deals with the reviews of the lectures, labs, practical tasks, etc. The scientists from different regions of Russia have taken part in this school.

Keywords: Synergetic, geocology, Earth sciences, scientific school for young scientists.