

НАУКА ЗА РУБЕЖОМ

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ НАУКИ РАН

ОЦЕНКА НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА АРГЕНТИНЫ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Наука за рубежом

№52, июнь 2016

Ежемесячное обозрение

Электронное издание:

www.issras.ru/global_science_review

Рубрика «**Социальные и экономические науки и статистика**»

Обзор выполнила **В. С. Дорогокупец**

Выпускающее подразделение: **Сектор анализа зарубежной науки**

Руководитель проекта **Л. К. Пипия**

Редактор **О. Е. Осипова**

Верстка: **Н. В. Шашкова**

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Геология | 4 |
| 2. Океанография | 15 |
| 3. Палеонтология | 28 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 37 |
| Рис. 1. Финансирование проектов по программе PICT в области наук о Земле | 37 |
| Рис. 2. Число статей в области наук о Земле, опубликованных аргентинскими учеными | 37 |
| Рис. 3. Границы территориального моря Аргентины и прилегающей зоны согласно международному законодательству | 38 |
| Рис. 4. Приоритетные районы по программе Pampa Azul | 39 |
| Рис. 5. Число проектов в области океанографии, финансируемых аргентинскими и международными организациями | 40 |
| Рис. 6. Общее число статей аргентинских ученых-палеонтологов в индексируемых журналах | 41 |

В общих расходах на науку в Аргентине фундаментальные исследования занимают 33%, прикладные исследования и разработки получают соответственно 46 и 21% от общего объема. В структуре распределения затрат по областям наук на естественные и точные науки приходится примерно 21% общих расходов на НИОКР этой страны. Кадровый потенциал аргентинской науки насчитывает более 83 тыс. человек, из которых 79% – исследователи и 21% – докторанты и постдоки. В области точных и естественных наук занято более 22 тыс. человек из этого числа.

Аргентинскую науку не обошли стороной проблемы, связанные с глобализацией научных исследований. Вынужденные постоянно догонять промышленно развитые страны по уровню оснащения исследовательских лабораторий и привлекательности исследовательских программ, латиноамериканские страны испытывают весь комплекс проблем сохранения конкурентоспособности национального научно-исследовательского сектора. Отсюда вытекают и первоочередные задачи, которые выстраиваются перед ведомствами, ответственными за научную политику в Аргентине: сдерживание утечки умов, поддержка наиболее продуктивной части исследовательского корпуса, необходимость обновления научного оборудования и развития исследовательской инфраструктуры.

Предлагаемый обзор является вторым в серии выпусков, посвященных оценке научного комплекса Аргентины. В фокусе этого выпуска – науки о Земле, наиболее пристальное внимание уделено таким областям, как геология, океанография и палеонтология.

1. Геология

В настоящей главе всесторонне рассматривается не только состояние научных исследований в области геологии, но и тесно связанных с ней дисциплин – геофизики и геохимии. Традиционно в аргентинской науке палеонтология и океанография включаются в раздел геологии, так как они относятся к наукам о Земле [1]. В предлагаемом обзоре эти направления вынесены в отдельные главы.

Геология – это совокупность наук, которые изучают строение Земли, ее происхождение и развитие. Прикладные и смежные дисциплины геологической науки изучают:

минералогия, петрология и вулканология – различные виды минералов и горных пород;

геохимия – химические характеристики пород, химический состав Земли;

седиментология – осадочные горные породы и процесс их образования;

горная геология – закономерности развития геологических факторов и горно-геологических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых;

стратиграфия – последовательность формирования комплексов горных пород в разрезе земной коры и их первичные соотношения в пространстве;

структурная геология и тектоника – структуру земной коры и ее эволюцию с течением времени;

экологическая геология – экологические функции литосферы, закономерности формирования и пространственно-временного изменения под влиянием природных и техногенных причин в связи с жизнедеятельностью биоты, и прежде всего человека;

геология полезных ископаемых – типы месторождений, методы их поиска и разведки; подразделяется на геологию нефти и газа, геологию угля, металлогению;

инженерная геология – взаимодействие геологической среды и инженерных сооружений;

геофизика – строение Земли физическими методами (геофизика в широком смысле изучает физику твердой Земли, океанов, поверхностных вод суши и подземных вод, а также физику атмосферы);

геохронология – возраст, продолжительность и последовательность формирования горных пород, слагающих земную кору; различают относительную и абсолютную (ядерную, изотопную) геохронологию.

Чтобы привести к общему знаменателю все темы, которые являются предметом исследований в различных областях мира, разумно будет разбить их на две группы: *система Земли* (the Earth System) и *критическая зона* (the Critical Zone). Под системой Земли подразумевается как изучение функционирования Земли – от самой глубокой ее точки до поверхности, – так и понимание всех проходящих в ней глубинных процессов. Процессы эти – физические, химические и биологические – взаимосвязаны, поэтому рассматривать их нужно комплексно. Таким образом, система Земли включает в себя структуру Земли, океаны, атмосферу и льды и ста-

вит перед собой следующие задачи:

- 1) понять суть природных циклов;
- 2) исследовать жизненно важные элементы, такие как углерод, азот, фосфор и сера, циркулирующие вокруг планеты;
- 3) изучить круговорот воды в природе – из морей в атмосферу, а затем в реки, и особенно процесс формирования ледового покрытия.

Особое внимание обращается на неощутимые медленные процессы, происходящие внутри Земли, которые создают и разрушают континенты и океаны с течением времени.

Исследования критической зоны включают анализ слоя, охватывающего пространство от вершин деревьев до глубин подземных вод. Это пограничный слой (*boundary layer*), который живет, дышит и постоянно развивается, то место, где горная порода, почва, вода взаимодействуют с живыми организмами. Это сложное взаимодействие регулирует нашу среду обитания, в том числе доступность таких незаменимых для поддержания жизни ресурсов, как пищевые продукты и питьевая вода. Несложно догадаться, что критическая зона находится на пересечении различных наук; геология и биология составляют фундаментальную часть знаний, однако недостаточную для ясного и полного понимания сути изучаемых процессов. Поэтому помимо предметных областей наук требуются еще и междисциплинарные исследования в области почвоведения, гидрогеологии, геофизики, экологии, биохимии и геоморфологии.

Все эти пересекающиеся области наук в большей или меньшей степени вписываются в рамки системы Земли и критической зоны – двух больших тем, образующих богатый субстрат, на котором процветает геологическая наука и ее подразделы сегодня.

- Геохронология, изучая циркон и другие полезные ископаемые при помощи изотопов урана и свинца (U-Pb), а также применяя более сложные методы, позволяет с высокой долей точности определить возраст кристаллизации пород, которым более 100 млн лет.

- В геофизике сейсмологические исследования проводятся с применением сейсмической томографии – метода, который позволяет определить объемное распределение характеристик среды по параметрам ее просвечивания сейсмическими волнами. Такие волны могут провоцироваться

как искусственными, так и естественными источниками, например землетрясениями. Сейсмическая томография достигла неплохих результатов в изучении вулканов, катастрофических наводнений, разломных зон в районах землетрясений, позволяя понять механизмы геологических процессов в земной коре.

- В петрологии развитие экспериментальных методов анализа в совокупности с изучением естественных циклов различных элементов позволяет сосредоточить исследования на выявлении баланса различных породообразующих элементов в геотектонических средах в определенный период времени и на определенном пространстве.

- Седиментология достигла значительных успехов в анализе областей формирования отложений благодаря сложным изотопным системам высокой и низкой температур, который в сочетании с исследованием дорожек различных минералов позволяет точно реконструировать этапы седиментационного цикла.

- Геоморфология и морфотектонический анализ с появлением новых инструментов с высоким разрешением и датчиков с дистанционным управлением позволяют воссоздать изначальный рельеф и изучить процессы, повлиявшие на его изменение.

- Палеоклиматические исследования, особенно во временном разрезе, базируются на анализе, необходимом для оценки причин климатических изменений и их влияния на окружающую среду.

Геология в Аргентине имеет богатую историю. Началом развития этой науки Аргентина обязана Хуану Марии Гутиерресу и Доминго Фаустино Сармьенто, которые в 1862 г. заложили основы преподавания методов геологических исследований. Первый работал в Национальном университете Буэнос-Айреса, и благодаря его инициативе с 1865 г. геологию стали преподавать на постоянной основе. Второй – в 1869 г. создал Национальную академию наук и привлек к работе в ней первых геологов, которые разрабатывали методику учебно-геологических исследований. После этого развернулись масштабные работы, преследовавшие две важные цели: создание в конце XIX в. (1884 г.) Музея Ла-Платы (впоследствии ставшего частью Национального университета Ла-Платы) и проведение геологических исследований, связанных с установлением границы с Чили. В ходе последних была создана Национальная геологическая служба. Эта организация, неоднократно менявшая свое наименование, может поставить себе в заслугу

привлечение многочисленных немецких геологов, которые с 1904 г. принимали активное участие в геологических исследованиях и академической работе университета. В XX в. появился ряд учреждений, деятельность которых направлена на геологическую оценку ресурсов Аргентины. В 1922 г. была создана организация «Государственные месторождения Аргентины», в ведение которой перешли нефтяные месторождения. В 1941 г. появилось Управление военной промышленности, в чье распоряжение были отданы полезные ископаемые. В 1953 г. была основана Национальная комиссия по вопросам атомной энергии. Во всех перечисленных учреждениях формировалось не одно поколение геологов и геофизиков, многие из которых впоследствии были заняты академической деятельностью.

Сегодня научно-исследовательская деятельность в области геологии проводится в Аргентине значительным числом научных организаций.

Центр исследований в области наук о Земле (Кордова). Это один из самых крупных научно-исследовательских центров в стране, подведомственный двум организациям: Национальному совету по научно-техническим исследованиям (CONICET) и Национальному университету Кордовы. В нем работают 36 исследователей и 34 стипендиата по следующим направлениям: палеобиология и микропалеонтология, седиментология и анализ горнорудных бассейнов, геохимия и изменение климата, петрология и тектоника, металлогения и вулканология. Ученые этого центра специализируются в исследованиях критической зоны (пограничных районов), и кроме того, их исследования являются национальным и международным ориентиром в области анализа горнорудных бассейнов. В качестве основного недостатка в работе центра отмечается нехватка необходимого оборудования.

Геологический научно-исследовательский центр (Ла-Плата). В этом центре, созданном в 1981 г. Национальным советом по научно-техническим исследованиям и Национальным университетом Ла-Платы, работает 19 исследователей (девять уже сформировавшихся специалистов и 10 молодых) и 18 стипендиатов. Основные направления деятельности центра: региональная геология, тектоника и геохронология, петрология, геохимия и минералогия и динамика седиментологии и стратиграфии. Это один из наиболее динамично развивающихся научно-исследовательских центров в стране. Великолепно представлены геохронология, петрология

и литология – дисциплины, благодаря которым центр получил широкую известность на международном уровне. Основным недостатком в работе, по мнению ученых центра, является отсутствие оборудования для анализа стабильных и нестабильных изотопов.

Андский исследовательский институт Дон Пабло Гребер (Буэнос-Айрес). Эта исследовательская организация возникла в 1984 г. на основе лаборатории, занимавшейся изучением тектоники Анд. Позже, в 2006 г., вместе с другими лабораториями она объединилась в Отдел геологии при Национальном университете Буэнос-Айреса. В настоящее время там работает 34 исследователя и 30 молодых стипендиатов. Основными темами исследований являются: тектоника Анд, биостратиграфия, моделирование геологических процессов, мониторинг активных вулканов, палеобиологические исследования континентальных сред, ископаемых морских экосистем и циклостратиграфия, или ритмическая стратиграфия, а также наблюдение за морской и континентальной средой.

Институт фундаментальных, прикладных и экологических исследований Земли (Буэнос-Айрес). Институт вобрал в себя несколько исследовательских групп из Отдела геологии при Национальном университете Буэнос-Айреса. Ядром этой организации можно назвать лабораторию палеомагнетизма Даниеля Валенсио. Институт подведомствен двум организациям: Национальному совету по научно-техническим исследованиям и Национальному университету Буэнос-Айреса. Согласно данным за 2011 г., в институте работало 27 исследователей, 14 стипендиатов и 14 технических специалистов службы поддержки. Основные направления деятельности института: палеомагнетизм и геомагнетизм, фундаментальные исследования литологии, минералогии и петрологии. Институт бесспорно является значимой на международном уровне организацией в сфере палеомагнетизма и тектоники плит, седиментологии и стратиграфии позднепалеозойского периода.

Институт геохронологии и изотопной геологии (Буэнос-Айрес). Институт подведомствен Национальному совету по научно-техническим исследованиям и Национальному университету Буэнос-Айреса. Был образован в 1969 г. Стал пионером в аргентинской науке по изотопным датировкам. За долгие годы работы в сфере изотопной геологии и датиро-

вании пород институт выполнил многочисленные заказы для частных и государственных учреждений. В настоящее время в организации работают 11 исследователей, 7 стипендиатов и 20 специалистов, оказывающих техническую поддержку. Основные направления работы сосредоточены на изучении геохронологии и петрологии, химии стабильных изотопов применительно к самым разнообразным сферам (гидрология, нефтедобыча, медицина и проблемы контроля качества). Среди основных проблем института отмечается отсутствие современного оборудования, специального масс-спектрометра. Министерство науки и технологии в настоящее время финансирует закупку нового оборудования.

Аргентинская горно-геологическая служба (Буэнос-Айрес). Эта служба с более чем вековой историей является пионером в развитии геологических исследований в стране. Несмотря на многочисленный персонал, работа ведется в основном в области региональных геологических исследований. Среди приоритетных задач выделяется составление геологических и тематических карт. В составе службы работает несколько групп, занимающихся изучением активных вулканов, тектоники южнее Прекордильер и магнетизмом как отражением тектонических особенностей.

Южный геологический институт (Баия-Бланка). Институт, созданный в 2006 г., подведомствен Национальному совету по научно-техническим исследованиям и Национальному университету Юга. В институте работают 15 исследователей и 13 стипендиатов. Его научно-исследовательские группы разработали направления, ставшие ориентирами для исследований в области месторождений полезных ископаемых и горных пород, петрологии, магматической, метаморфической, микротектонической и структурной геологии и палеонтологии. Институт играет важную роль в минералогии, и в настоящее время он является лидером в области геохимического и петрологического изучения мафических пород. Институт создал школу палинологии и палиностратиграфии. Среди основных трудностей отмечается отсутствие свободного доступа к информации Национальной лаборатории геохронологии, а также отсутствие современных инструментов для научной работы в области петрологии и геохимии.

Институт минеральных ресурсов (Ла-Плата). Институт, находящийся в ведении Национального университета Ла-Платы, был основан

в 1989 г. инженером Викторио Анджелелли. Главной целью института является исследование промышленных минералов и горных пород, а также создание альтернативных путей передачи знаний. В настоящее время в институте работают 18 исследователей, 11 стипендиатов и вспомогательный персонал. Его основная исследовательская группа занимается металлогеническими исследованиями горного массива Десеадо, в частности залежами золота. Институт заключил многочисленные соглашения с Formicruz S.E. – горнодобывающей компанией в провинции Санта-Крус, а также с рядом частных горнодобывающих компаний. Является лидером в области геологоразведочных работ. В качестве основного недостатка в работе отмечаются сложности с доставкой оборудования на место работы.

Институт геологической корреляции (Тукуман). Институт был создан при Национальном университете Тукумана в 1984 г. С 1996 г. находится также в ведении Национального совета по научно-техническим исследованиям. В институте работают 12 исследователей, 7 стипендиатов и 5 специалистов службы поддержки. Основные направления работы: региональная геология, петрология и геохимия, а также динамическая стратиграфия и гидрогеология. При этом основной акцент делается на изучение северо-западных районов Аргентины. Институт сотрудничает с Национальным университетом Сальты. Совместные рабочие группы ученых являются лидерами в области нижнепалеозойской стратиграфии Аргентины и в области петрологических и геохимических исследований гранитоидов и метаморфических пород аргентинских северо-западных территорий. Немалый научный потенциал отмечается у исследователей в области гидрогеологии.

Научно-исследовательский центр геосферы и биосферы (Сан-Хуан). Этот научно-исследовательский центр, созданный в 2012 г., находится в ведении Национального совета по научно-техническим исследованиям и Национального университета Сан-Хуана. В центре работают 8 исследователей и 7 стипендиатов. Сильной стороной этого центра является наличие выдающихся специалистов в области сейсмологических исследований. Практически это единственный центр, который ведет сейсмологические исследования в стране. Публикации в области сейсмологии получили международное признание ученых. В качестве основного недостатка в работе центр отмечает отсутствие помещений для лаборатории.

Андский центр геологических исследований (Сальта). Этот центр был создан как филиал Тукуманского отделения. Находится в ведении Национального совета по научно-техническим исследованиям. С 2014 г. присоединен к факультету естественных наук Национального университета Сальты. В центре работают 11 исследователей и 2 техника. Основные направления исследований: минералогия, вулканология, петрология и нижнепалеозойская геология. Ориентирован на северо-западные районы Аргентины.

Институт биологии и геологии северо-западных районов (Сальта). Организация создана в 2005 г. при Национальном университете Сальты, а с 2010 г. Институт также подведомствен Национальному совету по научно-техническим исследованиям. В настоящее время в нем работают 5 исследователей в области наук о Земле и 10 стипендиатов. Приоритетными направлениями этой исследовательской группы являются структурная геология и палеонтология северо-западных районов Аргентины. Исследователи института много публикуются в международных индексируемых журналах. Среди недостатков института отмечается нехватка высокотехнологического оборудования.

Южный центр научных исследований (Ушуайя). Этот междисциплинарный центр был создан в 1969 г. Национальным советом по научно-техническим исследованиям. В центре работает много исследователей, но только десять из них занимаются науками о Земле. Кроме того, там работают 6 стипендиатов и более 40 человек технического персонала. Основным преимуществом центра является наличие двух консолидированных групп, занимающихся геоморфологией и четвертичной геологией, исследованиями стратиграфии и структуры Анд. Кроме того, они исследуют метеориты и метеоритные кратеры. Другая группа занимается гляциологией и изучением процесса отступления ледников.

Институт наук о Земле и окружающей среды Ла-Пампы (Санта-Роза). Этот междисциплинарный институт находится в ведении Национального совета по научно-техническим исследованиям и Национального университета Ла-Пампы. В созданном в 2008 г. институте в настоящее время работают 6 исследователей и 4 стипендиата. Основные направления исследований: четвертичная геология, седиментология, геохимия и петрология, биостратиграфия Патагонии. Большая часть тем научных публикаций

связана с четвертичной геологией. Среди основных недостатков отмечается устаревшая инфраструктура и сложности с мобильностью.

К сожалению, в рамках настоящего обзора невозможно рассказать обо всех научно-исследовательских организациях Аргентины, работающих в области геологии. Ограничимся перечислением еще некоторых из них: Отделение геологии при Национальном университете Рио-Куарто, Аргентинский институт снега, гляциологии и окружающей среды (Мендоса), Национальный институт геологии и разработки полезных ископаемых, Научно-исследовательский институт палеобиологии и геологии, Отделение геологии при Национальном университете Сан-Луиса, Институт геофизики и сейсмологии Зонда (Сан-Хуан), Отделение геологии при Национальном институте Патагонии, Аргентинский музей естественных наук (Буэнос-Айрес), Институт прибрежной и четвертичной геологии, Институт нетрадиционных возобновляемых источников энергии, Национальный центр Патагонии. Отметим, что подавляющее большинство этих учреждений размещается в центре или в северных регионах страны.

Несмотря на то что большинство институтов отмечают недостаточное развитие инфраструктуры, изменения к лучшему в этой области все же заметны. За последние десять лет наблюдается устойчивая тенденция, свидетельствующая об улучшении инфраструктуры и финансирования научных организаций. При содействии нескольких ведомственных подразделений были построены здания в соответствии с потребностями исследователей. Среди них Национальный университет Кордовы, Национальный университет Ла-Платы. Полная реконструкция существующих зданий позволила Научно-исследовательскому институту палеобиологии и геологии не только иметь адекватную инфраструктуру для офисов и научно-исследовательских лабораторий, но и приобрести необходимое оборудование. На повестке дня стоит строительство лаборатории в Университете Буэнос-Айреса. В новое здание переехал и Отдел геологии Университета Рио-Куарто. Тем не менее приходится признать, что основным недостатком в работе по-прежнему является нехватка оборудования. Остро чувствуется потребность в спектрометрах для изотопных измерений U-Pb и благородных газов, главным образом аргона (Ar). Некоторые ученые акцентируют внимание на необходимости создания национальной общедоступной системы данных по геохронологии. Подчеркивается, что развитие науки в стране приобретет определенную гармонию при создании дополнительных научно-исследовательских групп, за-

нимающихся вопросами геохронологии, особенно на базе тех институтов, где уже работают специалисты необходимого уровня, например в Ла-Плате и Кордове. Интересно отметить, что в Бразилии работает более семи центров геохронологии, самый оснащенный из которых находится в Сан-Паулу. На сегодняшний день этот бразильский научно-исследовательский центр – единственный в Латинской Америке, который по уровню оснащения аналогичен подобным центрам в Австралии, США, Европе, Китае и России.

Исследования в области геологии главным образом финансируются за счет субсидий, выделяемых Национальным агентством по науке и технологиям, Национальным советом по научно-техническим исследованиям и отдельными университетами. Основные средства поступают от агентства через Научно-исследовательские и технические проекты (Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica – PICS). Данные о финансировании проектов за последнее десятилетие представлены на рис. 1. Обращаем внимание, что эти показатели включают в себя и финансирование смежных дисциплин – палеонтологии и океанографии. Агентство также финансирует проекты по модернизации оборудования (приобретая новое или совершенствуя существующее оборудование) и инфраструктуры лабораторий. В общей сложности в 2006 г. было выделено более 2 млн долл. США на развитие таких наук, как геология, палеонтология и океанография.

Анализ публикаций по геологии свидетельствует об устойчивом росте их количества за последние десять лет. На рис. 2 отчетливо видно, что геологические дисциплины занимают большую часть в общем числе статей, относящихся к наукам о Земле. В 2003 г. в Аргентине было опубликовано 360 работ по геологии, а в 2013 г. их было уже 697, что свидетельствует об увеличении на 52%. Пальму первенства по количеству публикаций разделяют между собой четыре университета: Университет Буэнос-Айреса, Университет Ла-Платы, Университет Кордовы и Университет Юга, как в 2004–2008 гг., так и в 2009–2012 гг. И вряд ли можно приписать случайности тот факт, что традиционно именно эти четыре университета готовят наибольшее количество специалистов в области геологии и смежных дисциплин.

Среди аргентинских обществ и ассоциаций, работающих в области геологии, можно выделить две основные: Аргентинскую геологическую ассо-

циацию и Аргентинскую ассоциацию геологов и геофизиков-нефтяников. Первая, созданная в 1945 г. как некоммерческая организация, осуществляет надзор за разработкой учебных программ, распространением и преподаванием геологии. С момента своего создания она ежеквартально выпускает Журнал Аргентинской геологической ассоциации (*Revista de la Asociación Geológica Argentina*). Выпущен в свет уже 71 выпуск. Кроме того, ассоциация занимается организацией геологического конгресса и публикует отчеты по материалам этих собраний.

Вторая ассоциация, основанная Аргентинским институтом нефти и газа, занимается публикацией научных трудов Национального конгресса по вопросам, связанным с углеводородами (*Congresos Nacionales de Hidrocarburos*) с 1989 г. Публикуемая информация необходима для тех, кто изучает геологию и геофизику применительно к разведке углеводородных месторождений. Книги отличаются высоким качеством исполнения и незаурядным научным наполнением.

Среди наиболее релевантных профильных изданий также можно отметить *Serie Correlación Geológica*, *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, *Geoacta*.

2. Океанография

На Земле осталось еще много неизученных областей или территорий, знания о которых находятся на начальной стадии. Как правило, речь идет об океанических массах, и в частности об Аргентинском море¹, его побережьях и эстуариях. Отчасти недостаточная осведомленность объясняется нехваткой специализированных кадров, что, по признанию самих аргентинских ученых, ставит под сомнение суверенитет страны в районе эпиконтинентального моря. Вместе с тем существует тенденция объединять в одну предметную область науки, занимающиеся исследованием Мирового океана, и морскую гидрографию. В некоторых отдельно взятых случаях их можно расценивать как синонимичные понятия, однако они таковыми

¹ Термин «Аргентинское море» употребляется только в Аргентине для обозначения части акватории Атлантического океана, охватывающей континентальный шельф Аргентины. Международная гидрографическая организация, равно как и российская, не признает существование вышеупомянутого моря. Поскольку настоящий обзор готовился со ссылкой на аргентинские источники, целесообразно оставить терминологию, используемую в оригинальных текстах.

не являются. Налицо и определенная дискриминация при формировании будущих исследователей в области естественных наук (биология, физика, геология или химия) и океанографов. Исключение составляют биологи, имеющие достаточно научного материала для своей работы и в морской среде. Что касается остальных учебных программ, то они не имеют в своем арсенале необходимых инструментов, с помощью которых можно развивать океанографию.

Океанография представляет собой совокупность наук, изучающих природные процессы, происходящие в Мировом океане и за его пределами, а также влияние, которое эти процессы оказывают на примыкающую к океану среду. Она стремится понять обнаруженные явления, описать их, установить первопричины их возникновения и по возможности научиться управлять ими. Океанография занимается изучением лишь одной среды – морской, в которой все процессы настолько взаимосвязаны, что исследователь не может заниматься лишь одним направлением, оставляя за рамками своей работы все остальные. Изучение океана требует знаний во многих областях, от чисто теоретических, таких как физика и математика, до самых практических, например инженерное дело. Некоторые аспекты носят социально-экономический и (или) законотворческий характер: география, экономика и морское право. Классическая океанография подразделяется на четыре направления – физическое, геологическое, биологическое и химическое, из которых сформировались соответствующие дисциплины.

Физическая океанография, или физика моря. Занимается изучением физических свойств морской воды и ее динамики. Наиболее важные вопросы касаются распространения света и звука, происхождения, распространения и циркуляции толщи воды, зарождения и распространения волн, приливов и их влияния на побережье и устья рек, прибрежных и морских течений и взаимодействия между морем, сушей и атмосферой. Кроме того, физическая океанография изучает процессы, влияющие на распространение жизни и химических элементов.

Геологическая океанография, или морская геология. Занимается анализом динамических процессов и их влияния на строение и развитие земной коры, слагающей дно морей и океанов. Она охватывает, применительно к изучению морского дна, все крупные отрасли геологической науки, иссле-

дует магматические и метаморфические породы морского дна, изучает их связи с подводным вулканизмом и процессами, протекающими в земной коре и верхней мантии. Изучает влияние волн и течений на морское дно, происхождение океанских впадин, геоморфологических образований, таких как подводные горы и холмы, хребты и каньоны. Морской геологии удалось проверить состоятельность теории тектоники плит и провести сравнительный анализ с другими планетами.

Химическая океанография, или морская химия. Изучает свойства морской воды и происходящие в ней химические процессы; стремится понять жизнь Мирового океана с точки зрения геологической, биологической и физико-химической системы. Осуществляет контроль химических свойств воды и отложений. В широкий круг тем, представляющих интерес для данного направления, входят: вопросы происхождения и распределения питательных веществ (C, N, P, Si, O и т. д.), наличие радиоактивных элементов в воде, химия приустьевых пространств, химия грунтовых растворов морей и океанов, физикохимия осадков, химический обмен между морем и атмосферой и т. д. Особенно остро стоит проблема контроля загрязнения окружающей среды, главным образом в прибрежных районах.

Биологическая океанография, или морская биология. Биологией океана называют совокупность биологических явлений и процессов в Мировом океане. Морская биология старается достигнуть более полного понимания жизни биоты, которая обусловлена структурой и функционированием морских систем. В частности, важно понимать влияние, оказываемое на биоту через изменения физико-химических параметров. Рыболовство способствовало экономическому росту некоторых стран, а следовательно, в этих регионах существует риск чрезмерной эксплуатации некоторых видов, которые могут привести к необратимым изменениям в трофической цепи.

Существует еще одна отрасль океанографии, которая не связана с данной наукой напрямую, но тем не менее оказывает значительное влияние на нее, – прибрежная и морская инженерия. Данная наука специализируется на разработке и реализации инфраструктур: портов, буев, платформ и систем защиты прибрежных районов (например, причалов, волнорезов и т. д.). Она также изучает их влияние на состояние окружающей среды. В некоторых странах генерация электроэнергии происходит за счет использования энергии волн океана, приливов и отливов.

Прежде чем обратиться непосредственно к океанографии в Аргентине, пожалуй, стоит бросить синоптический взгляд на историю этой науки. Начало океанографии как науки, несомненно, дало кругосветное путешествие британского судна Challenger. Результаты поездки, продолжавшейся более трех лет (1872–1876) были собраны в 50-ти томах, изобилующих данными о биологии, геологии, химии и физике моря. Однако этот труд был не первым. Ранее уже были опубликованы работы Дарвина, который выдвинул теорию происхождения атоллов, Бенджамин Франклин и Луи Антуана де Бугенвиля, которые заинтересовались океаническими течениями в Северной и Южной Атлантике соответственно. Мировые войны, особенно вторая, способствовали осознанию того, что океанология является своеобразным ключом к ящику Пандоры. Воюющие правительства понимали, что доскональное знание моря окажется стратегически важным для ведения более успешных оборонительно-наступательных действий. Именно тогда стало очевидным, что изучение волн, распространения звука в море, морфологии и динамики изменений песчаных берегов затрагивает интересы военного сектора. В качестве примера можно привести тот факт, что высадка союзных войск в Нормандии и на Сицилии стала возможной благодаря прогнозам волн Сведрупа и Мунка, считающихся отцами физической океанографии. Таким образом, финансирование исследований Мирового океана значительно увеличилось, особенно в большинстве развитых стран Европы (Германии, Англии), Северной Америки (США и Канаде) и Океании (Австралии и Новой Зеландии). Чуть позже подключились и азиатские страны, такие как Япония, Южная Корея и Индия.

Начиная с 1945 г., особенно после Международного года геофизики (AGI) в 1957 г., появилось ясное понимание того, что исследование океана не может ограничиваться рамками отдельно взятого государства, а должно осуществляться в тесном сотрудничестве стран. Организация международных экспедиций в настоящее время является общепринятой практикой, равно как и обмен информацией. Вероятно, это объясняется осознанием целостности Мирового океана, свободное перемещение водных масс которого затрудняется наличием материков.

За последние 50 лет знания о Мировом океане значительно пополнились в результате роста активности научно-исследовательской деятельности. До Второй мировой войны знания о побережьях и эстуариях были незначительными. Произшедший во второй половине XX в. туристический

бум был вызван изменениями условий работы: сокращение рабочих дней, ежегодный оплачиваемый отпуск, увеличение заработной платы. Пляжи год от года становились все многолюднее, в том числе и из-за миграции населения в прибрежные зоны. Однако последствия сильных штормов и наводнений были ужасающими. Поскольку страдала дорогая недвижимость, правительства были вынуждены финансировать те исследования, которые могли бы объяснить природу катаклизмов и смягчить столь опасные для людей и строений последствия. В настоящее время значительная часть океанографических исследований в мире ведется на побережьях и внутреннем шельфе. Кроме того, не следует забывать о растущем числе торговых путей. Начиная с новаторских работ Причарда в 1950-х гг. внимание океанологов всего мира сконцентрировалось на устьях рек и влажных прибрежных зонах. В настоящее время подавляющее число научных публикаций касается именно этих тем.

Изучение континентальных платформ в течение многих лет считалось классическим направлением океанологии, исследующей глубокие участки океана. В таких исследованиях были заинтересованы не только научные институты, но и военные службы, которые финансировали многие проекты. Отчасти благодаря этим инвестициям удалось построить гидрографические суда, оснащение которых совершенствовалось год от года, позволяя оставаться в открытой воде все дольше. В настоящее время технические возможности гидрографических судов позволяют им работать в водах с ледовым покрытием как в Арктике, так и в Антарктике. Исследования течений и их роли в глобальной циркуляции Мирового океана, включая области конвергенции и процессы взаимодействия с атмосферой, необычайно важны для более ясного понимания причин изменения климата, помогающих спрогнозировать изменения климата и динамику таких изменений на основе разработанных моделей. Исследования, проводимые научным судном *Glomar Challenger*, показали, что посредством бурения морского дна, вероятно, можно проверить некоторые теории об эволюции планеты. Изучение дна Мирового океана позволило не только обнаружить новые формы жизни, но и научиться предсказывать землетрясения и цунами, а также находить месторождения полезных ископаемых.

Рыболовство как один из основных видов экономической деятельности связано с морем, а следовательно, сопрячено прогрессу, наблюдаемому в океанографии и смежных с ней науках. За последние полвека было

изучено распределение основных видов морских организмов, а также факторы, влияющие на распределение. Биологи изучают не только промысловые виды рыб, но и стремятся глубже понять процессы, обуславливающие такое биологическое богатство. Обратной стороной медали является избыточная эксплуатация морских ресурсов. Промышленный рыбный промысел находится сейчас в довольно непростой ситуации, которая требует незамедлительных действий, нацеленных на предотвращение исчезновения как коммерчески ценных видов рыбы, так и тех, которые не отлавливают для продажи. Роль современной океанографии трудно переоценить, принимая во внимание факт, не требующий доказательств: воды Мирового океана дают нам не только пищу, но и энергию, поэтому без преувеличения можно сказать, что изучение морей – это основа экономики морских держав.

Протяженность морских берегов Аргентины – 4 тыс. км. Ее территориальные воды превышают площадь самой страны, что видно на рис. 3. Исторически сложилось так, что океанографические исследования в Аргентине проводятся по двум направлениям. С одной стороны, океанография занимается изучением открытых вод – глубоководных континентальных – и океанической платформы, а с другой – континентальным шельфом и эстуариями. Первой организацией, приступившей к научным исследованиям, стала Военно-морская гидрографическая служба (SHN), затем к работе подключились и гражданские институты, такие как Институт биологии моря, Национальный институт рыболовства и Аргентинский океанографический институт, созданный в конце 1950-х гг. Основная часть исследований в глубоководных пространствах проводилась на военных кораблях и иностранных судах. С 1979 г. в работе стало принимать участие океанографическое судно *Puerto Deseado*, которое в 1984 г. осуществило первую гидрографическую экспедицию, решающую мультидисциплинарные задачи. В 1966 г. Аргентинский институт океанографии (IADO) в качестве подарка (а вернее сказать, по номинальной стоимости) получил от Вудс-Холского океанографического института (США) парусно-моторную яхту *Atlantis* (первое судно, предназначенное для гидрографических работ), которая была переименована в *El Austral*. На этом судне IADO проводил работы на континентальном шельфе вплоть до 1982 г. В 1999 г. судно прошло капитальный ремонт под патронажем Военно-морской префектуры Аргентины и было запущено в эксплуатацию под именем *Dr. Bernardo Houssay* с обязательством нести гидрографическую службу в общей сложности 210 дней в году.

Программа Национального совета по научно-техническим исследованиям, стартовавшая в конце 1970-х – начале 1980-х гг., стала важнейшей отправной точкой в формировании специализированных кадров. Исследователи получили возможность проходить стажировку и обучение за границей.

В настоящее время как в прибрежных районах, так и в открытых водах разворачивается интенсивная научная деятельность. Министерство науки, технологии и инновационного производства поставило одну из ключевых задач: осуществить запуск Национальной системы информации о море (SNBDM). На фоне аргентинских достижений в области океанографии острой проблемой стоит отсутствие комплексного плана исследований национальных морей и прибрежных районов. Несмотря на поступающие уже не один год многочисленные предложения, проекты терпят неудачу один за другим по разным причинам. Поскольку исследования в данной области напрямую связаны с сохранением суверенитета страны, аргентинские ученые понимают важность введения комплексного плана, который бы содержал не только задачи по определению приоритетных направлений развития не охваченных наукой областей, но и составление программ мониторинга всех морских районов. Из последних инициатив, разворачивающихся в данном направлении, можно отметить программу *Plan de Azul*, проводимую при участии Министерства науки, технологии и инновационного производства. Приоритетные области, задействованные в программе, приведены на рис. 4; показано, что программа разворачивается в пяти ареалах. Целями этой программы являются:

- углубление научных знаний, рассматриваемых в качестве основы политики по сохранению природных ресурсов и их грамотному использованию;
- продвижение технологических инноваций для устойчивого природопользования и развития морской отрасли;
- сенсбилизация общественности к проблемам, связанным с Аргентинским морем;
- оказание научно-информационной поддержки политике, отстаивающей аргентинский суверенитет в указанной области.

Основные исследовательские группы в Аргентине сосредоточены в прибрежных районах, а наибольшая их концентрация отмечается в городе Буэнос-Айресе, а также в провинции Буэнос-Айрес. В каждой из провин-

ций Патагонии создан по крайней мере один научно-исследовательский центр и (или) университет, в котором ведутся океанографические исследования. При подготовке настоящего доклада было установлено, что за прошедшие пять лет 28% исследовательских групп активно участвуют в международном сотрудничестве, при этом 48% групп получили значительные субсидии из-за рубежа.

1. *Автономный город Буэнос-Айрес.* Основная деятельность научно-исследовательских групп в этом регионе сосредоточена на исследовании моря и атмосферы. Работа проводится совместно с Департаментом науки по вопросам атмосферы и океана и Военно-морской гидрографической службой. Географические зоны, в которых проводятся исследования, – это в основном континентальный шельф, юго-западная часть Атлантического океана и устье Рио-де-ла-Плата. Среди междисциплинарных направлений выделяется физическая и биологическая океанография. Менее представлены направления, занимающиеся изучением волн и течений в прибрежных районах. Военно-морская гидрографическая служба делает упор на геологическую океанографию. Если на заре этого направления, в 1960–1970 гг., исследования были сосредоточены главным образом в Рио-де-ла-Плате и на внутреннем шельфе провинции Буэнос-Айрес, то в последние пятнадцать-двадцать лет фокус внимания сместился на геологию и геофизику континентального шельфа. Военно-морская гидрографическая служба координирует работу сети мареографических станций, предоставляя важную информацию ученым, работающим в прибрежной зоне. Данные о приливах и отливах послужили базой для исследований длинных волн и колебаний, а также штормовых волн вдоль побережья.

Исследовательские группы автономного города Буэнос-Айреса сотрудничают с военными гидрографами, а также с зарубежными исследователями и институтами, находящимися, в частности, в США, Бразилии, Уругвае, Чили и в ряде европейских стран. К стратегически важным причислены исследования антарктического региона. Научно-исследовательские группы Аргентинского антарктического института занимаются в основном изучением биологических объектов (птиц, планктона) и химических веществ (загрязнение окружающей среды). Исследования ведутся совместно с военно-морским флотом и учеными из других организаций, расположенных как в Аргентине, так и за рубежом. При этом научные исследования в Антарктике должны быть предварительно согласованы с Национальным

управлением по Антарктике, находящемся в ведении Министерства иностранных дел.

2. *Провинция Буэнос-Айрес*. Крупные научно-исследовательские центры сосредоточены в Мар-дель-Плате и Баия-Бланке. Кроме того, есть группы или лаборатории, работающие при Национальном университете Ла-Платы (например, прибрежная инженерия), в Кекене и в Национальном университете Центра провинции Буэнос-Айрес. С Университетом Мар-дель-Платы сотрудничает Национальный институт рыболовства, в основную задачу которого входит оценка состояния национальных морских рыбных ресурсов, включая контроль зоны рыболовства, определение и управление районами, отведенными под рыбный промысел, и его сезонное регулирование, отслеживание состояния (в том числе и здоровья) ресурсов. Вместе с тем существуют группы, занятые одновременно в научно-исследовательских проектах в области биологической и физической океанографии.

До 2012 г. в Университете Мар-дель-Платы изучались только морские науки и биология. При университете работал Центр прибрежной геологии и геологии четвертичного периода (позднее он был переименован в Институт прибрежной геологии и геологии четвертичного периода). Интерес исследовательских групп прежде всего сфокусирован на морской биологии, особенно в прибрежных районах (заболоченные территории, устья рек, побережья) и на внутреннем шельфе, хотя проводился и ряд антарктических исследований. Далее в порядке приоритетности есть две группы, изучающие прибрежную среду по направлению морской геологии (пляжи, эстуарии и внутренний шельф). В 2012 г. Университетом Мар-дель-Платы при поддержке Национального совета по науке и технике был создан Институт морских исследований и изучения прибрежных зон.

Аргентинский институт океанографии – единственная организация в стране, где рабочие группы ведут исследования по всему спектру наук, входящих в океанологию, в том числе в области морской инженерии (например, разработка датчиков). Программы мониторинга выполняются при помощи станций, осуществляющих непрерывные наблюдения уже более 50 лет и покрывающих огромные территории.

3. *Провинция Рио-Негро*. К основным научным организациям, занимающимся морскими исследованиями в этом регионе, можно отнести Институт биологии моря Адмирала Сторни, расположенный в Сан-Антонио Оэсте. Как свидетельствует название, приоритетным направлением института являются биологические исследования в области рыболовства, в том числе и аквакультуры, в основном в заливах Сан-Матиас и Сан-Антонио. В национальных университетах Рио-Негро и Комауэ работают отдельные исследовательские группы, занимающиеся изучением химико-биологических характеристик водных массивов, в том числе и загрязнением устья реки Рио-Негро.

4. *Провинция Чубут*. Данную провинцию можно охарактеризовать как один из самых оживленных центров морских исследований: здесь работают три института с обширной научной программой и четвертый – на стадии создания. Особое положение занимает Национальный центр Патагонии в Пуэрто-Мадрине, многочисленные научно-исследовательские группы которого занимаются морской биологией, физической океанографией (течениями и численным моделированием), химической океанографией и загрязнением морских вод. Исследования проводятся по всему побережью Патагонии, и прежде всего в заливах северных областей на континентальном шельфе. Провинция Чубут совместно с Национальным университетом Патагонии Сан-Хуан Боско начиная с 1975 г. реализует программу по наблюдению за вредоносным цветением водорослей. Это позволяет вовремя ограничить допуск в область, когда возникают проблемы с токсинами. Биологическая станция Playa Unión, расположенная в городе с омонимичным названием, специализируется на изучении радиации и ее влияния на планктон в устье реки Чубут и на внутреннем шельфе.

5. *Провинция Санта-Крус*. В этой провинции работает небольшое число специалистов из Исследовательского центра Пуэрто-Десеадо при Национальном университете Южной Патагонии. Они занимаются изучением морских птиц и вопросами, связанными с сохранением биоразнообразия.

6. *Провинция Огненная Земля*. Единственная организация, занимающаяся морскими научными исследованиями в этом регионе, – Южный центр научных исследований. В его состав входят сразу несколько групп, изучающих различные вопросы морской биологии и геологии. Исследования ведутся в границах следующих территорий: канал Бигл, побережье Огненной

Земли и Антарктида. Благодаря гидрографическому судну Puerto Deseado область исследований расширилась и на континентальный шельф.

Безусловно, как признают аргентинские ученые, помимо положительных сторон существует ряд недостатков, которые оказывают непосредственное влияние на развитие науки в стране. Как правило, связаны они с недочетами в инфраструктуре и обеспечении необходимым оборудованием. Среди достижений аргентинской океанографии прежде всего можно отметить формирование кадрового потенциала и его равномерное распределение по территории страны. В некоторых институтах заметно совершенствуется инфраструктура и растет численность специалистов, работающих в области океанографии. Отмечаются качественные улучшения в подготовке исследователей. Несомненно, важная составляющая океанографических исследований – научно-исследовательское судно Puerto Deseado, которое подходит для экспедиций биологов и геологов. Национальный совет по научно-техническим исследованиям периодически организует океанографические кампании. Проекты предусматривают работу специалистов на борту судна, что подразумевает необходимость выполнения поставленных задач совместно. С финансовой точки зрения подобный подход вполне оправдан. Однако если взглянуть на эту проблему с точки зрения науки, то ученые оказываются в крайне затруднительном положении, поскольку геологические исследования проводятся при неподвижном положении судна, в то время как биологические исследования эффективны лишь в том случае, когда судно перемещается. Кроме того, большинство аргентинских ученых сходятся во мнении, что на данном этапе развития океанографии им требуется как минимум один ледокол. Вместе с тем даже при имеющемся количестве оборудования отмечается острая нехватка технического персонала, способного обеспечивать его эксплуатацию и ремонт.

Другим недостатком, который отмечается аргентинскими океанографами, является отсутствие судов для исследований в шельфовых водах и в океане, а также лодок различных размеров и эксплуатационных возможностей для работы в прибрежных районах. Аргентина не располагает средствами, чтобы получить стабильные изотопы С и N, необходимые для биохимических исследований и исследований трофической цепи фито-, зоо- и бактериопланктона. Не создана база для определения нестабильных изотопов ^{210}Pb , ^{137}Cs .

В числе инфраструктурных проблем – отсутствие доступа к обновляемой информации о состоянии свободного на интересующий момент оборудования, имеющегося в стране, а также наличие незанятых людских ресурсов.

Относительно подготовки исследователей в области океанологии можно отметить следующее. В настоящее время существует только один университет, который предлагает докторскую степень в области океанографии.

Немаловажный аспект, в котором Аргентина значительно уступает странам, имеющим выход к морю, заключается в отсутствии сети наблюдательных датчиков, установленных в прибрежных районах (наблюдательных вышек, океанографических буев, прибрежных радаров). Кроме того, не хватает современных океанографических приборов: глайдеров, подводных планеров и транспортных средств с дистанционным управлением. В этой связи следует отметить, что за исключением станций, следящих за приливами и отливами, которые координирует Военно-морская гидрографическая служба, в Аргентине практически не проводится мониторинг других параметров океана.

Самой ощутимой проблемой, которая во многом тормозит развитие науки, можно смело назвать недостаточное финансирование. Невозможность закупать новое оборудование и материалы, серьезные трудности с ремонтом уже приобретенного оборудования, сложности с проведением ремонтных работ в зданиях лабораторий и институтов. Все это не может не сказаться на качественных и количественных оценках эффективности работы аргентинских океанографов.

В основном дорогостоящее океанографическое оборудование нередко ломается и теряется, тем более учитывая условия его эксплуатации. Ни одна страховая компания Аргентины не соглашается взять на себя риск покрытия ущерба. Во многих институтах страны имеется оборудование, приобретенное с немалыми усилиями за последние 10 лет при поддержке различных финансовых институтов, которое лежит мертвым грузом, так как нет возможности отправить его на завод для ремонта и (или) калибровки. Кроме того, даже если экономический барьер удастся преодолеть, то существующая бюрократия создает дополнительные препятствия. До-

ставка и возврат оборудования может занять по меньшей мере от 6 до 12 месяцев.

Большинство проектов получают средства от Национального совета по научно-техническим исследованиям, Национального агентства по науке и технологиям и университетов. Число международных проектов относительно невелико, но в некоторых из них зарубежные страны участвуют, осуществляя значительную финансовую поддержку (более 50 тыс. долл. США). Согласно статистическим данным, за последние пять лет аргентинские ученые в общей сложности выполнили 37 проектов с различным уровнем международного финансирования. На рис. 5 показано количество всех проектов, финансируемых различными национальными и международными организациями.

Сегодня существует немалое число международных журналов и ассоциаций (и их количество неизменно растет), освещающих вопросы океанографии. При анализе публикаций было выявлено как минимум 89 журналов. В 39-ти из них за период 2003–2012 гг. ежегодно фигурирует по крайней мере одна статья аргентинских ученых. Однако справедливости ради стоит отметить, что многие исследования ведутся усилиями международных групп, и, соответственно, результаты работ публикуются всей группой ученых, принимавших участие в работе. При таком положении дел трудно с математической точностью определить вклад аргентинских ученых в тот или иной проект. Разумеется, другие страны точно так же должны довольствоваться лишь общими статистическими данными.

Если принять во внимание публикации всех стран, то среди государств Латинской Америки Аргентина займет четвертое место, но разница со стоящей на первом месте Бразилией, которая по количеству опубликованных работ опережает Аргентину более чем в два раза, огромна. Чили имеет более высокий показатель в связи с тем, что число опубликованных статей по морской биологии несопоставимо больше, чем у Аргентины. Если же сравнивать Аргентину с бесспорным лидером в этой области – Соединенными Штатами Америки, то показатель публикаций первой станет и вовсе низким – 2,4% по сравнению с США. Среди наиболее значимых журналов можно отметить следующие: *Hydrobiologia*, *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology and Palaeoecology*, *Quaternary International*. Следует

иметь в виду, что многие работы, опубликованные в этих журналах, выходят за рамки океанографии, поскольку темы, представляющие интерес для этих изданий, весьма многообразны.

Формально первая академическая программа, подготавливающая бакалавров в области океанографии со специализацией в физической океанографии, была создана в Технологическом институте Буэнос-Айреса в 1960 г. для подготовки офицеров флота. На факультет тем не менее принимали и гражданских студентов. Согласно статистическим данным, этот факультет в период с 1965 по 2009 г. окончили 114 студентов (и только трое – в 2004–2009 гг.). В 1975 г. факультет океанографии, готовящий специалистов всех направлений (единственный в стране), открылся в Национальном университете Юга. Только один университет предлагает учебную программу по курсу морской биологии – Национальный университет Комауэ. В стране шесть университетов готовят специалистов-биологов, однако там морская биология изучается в рамках двухгодичной специализации.

3. Палеонтология

Палеонтология – это наука, которая изучает животных и растения, существовавшие в прошлые геологические периоды, и чьи останки, а также следы жизнедеятельности можно встретить в осадочных породах. Останки иначе именуют ископаемыми организмами. На заре своего развития палеонтология подразделялась на три основные дисциплины: палеонтологию беспозвоночных, палеонтологию позвоночных и палеоботанику. Изобретение микроскопа обусловило развитие еще одной поддисциплины – микропалеонтологии, которая занимается изучением ископаемых организмов микроскопических размеров (не превышающих 1 мм). Это могут быть останки одноклеточных или многоклеточных организмов или фрагменты их скелета, причем последние бывают как целые, так и раздробленные (фораминиферы, радиолярии, ракушковые ракообразные, нанофоссилии², известковые останки и т. д.). Со временем микропалеонтология подразделилась еще на несколько отраслей. Растительными микроорганизмами занимается палинология, связанная с изучением пыльцы и спор, а также одноклеточных водорослей (динофлагеллят) и других крошечных ор-

² Фоссилии – окаменелости, ископаемые организмы. Нанофоссилии – фоссилии, которые видны только в электронный микроскоп.

ганизмов, которых трудно классифицировать. Палеоихнология изучает следы передвижения и другие процессы жизнедеятельности живых организмов прошлого.

На сегодняшний день в рамках современной палеонтологии очень четко обозначились самостоятельные направления, или разделы, которые не могут развиваться в герметических условиях без помощи смежных естественных наук. Кроме того, немаловажную роль играет и математика.

Палеобиогеография, или историческая биогеография, изучает географическое место обитания организмов, живших в иные геологические эпохи, в том числе она занимается анализом экологических и исторических аспектов, которые оказали непосредственное влияние на причины расселения в тех или иных областях.

Палеобиология изучает общие правила, согласно которым происходят биологические процессы, обуславливающие образ жизни вымерших животных, а также появление и организацию биосферы. Палеонтологические данные, полученные эмпирическим путем, служат для проверки верности гипотезы о законах эволюции живых организмов.

Молекулярная палеонтология изучает молекулярные остатки органических соединений (микроорганизмов, животных, растений), по структуре которых можно судить об их биохимическом составе. Перед этой наукой, безусловно, открыты заманчивые горизонты.

Палеоклиматология изучает климат различных геологических периодов, черпая необходимые материалы для исследования из литологии и палеонтологии. Подразделом палеоклиматологии является дендрохронология, т. е. методика датирования, основанная на исследовании годичных колец древесины.

Палеоэкология является разделом палеонтологии, который занимается изучением жизни и среды обитания организмов из прошлых геологических периодов. Несмотря на кажущееся сходство между палеоэкологией и экологией, между этими двумя науками есть кардинальные отличия, которые заключаются в самой природе ископаемых организмов. Огромные затруднения возникают при определении первоначального состояния ор-

ганизма; невозможно осуществлять эмпирические наблюдения за экосистемами и судить о последствиях окаменения (фоссилизации).

Тафономия – один из важнейших разделов палеонтологии, который занимается изучением закономерностей процессов скоплений организмов и их фоссилизации. Тафономия охватывает два основных направления: биостратонию, которая изучает процессы, происходящие с останками с момента их фоссилизации и до их внедрения в литосферу, и диагенез фоссилий, изучающий физико-химические преобразования, происходящие с окаменелостями после их фоссилизации.

Количественная палеонтология применяет статистические формулы к процессу познания и изучения скопления ископаемых организмов.

Биостратиграфия – раздел стратиграфии, изучающий распределение ископаемых остатков организмов в толще отложений разных геологических эпох с целью выяснения относительного геологического возраста слоев земной коры.

Палеопатология изучает аномалии, вызванные болезнями животных, существовавших в прошлые геологические периоды.

Сегодня палеонтология представляет собой важнейший компонент современной науки. Уровень ее развития настолько высок, что она не в силах оставаться в рамках одного направления и неминуемым образом затрагивает междисциплинарные отрасли. Палеонтология в Аргентине развивается в русле общемировых тенденций. Согласно имеющимся данным, в Аргентине выполняются исследования по 431 тематическому направлению. Среди приоритетных направлений в области палеонтологии в мире выделяются три темы.

1. Молекулярная палеонтология за последние годы достигла особых успехов в изучении ДНК ископаемых органических веществ и применении полученных знаний для реконструкции геномов организмов, исчезнувших миллионы лет назад. В Аргентине развитие данного направления находится пока на начальной стадии, равно как и исследования в области палеомикологии, позволяющие изучить эволюцию на ранних этапах суще-

ствования Земли, а также выявить различия между грибами и растениями, восстановив условия обитания этих организмов.

2. Палеобиогеография занимается систематическим изучением филогенетики хвойных из сверхматерика Гондваны и ее значением в глобальном эволюционном контексте, а также исследованием цист динофлагеллят как объектов палеоциркуляции.

3. Палеоэкология и палеоклиматология при помощи палинологии и палеоботаники воссоздают модели экосреды и климата, существовавшие в прошлые геологические эпохи.

Ископаемыми в Аргентине первыми заинтересовались иезуиты еще в XVI в. В 1826 г. парижский Национальный музей естественной истории направил в Южную Америку Альсида Дессалина д'Орбиньи, выдающегося французского натуралиста. Результаты своих наблюдений он опубликовал в *Voyage dans l'Amérique Méridionale*³. Это труд в девяти томах, один из которых посвящен палеонтологии. Изучению геологии в Патагонии положил начало Чарльз Дарвин, который жил в Аргентине с 1833 по 1835 г. Особого упоминания заслуживает врач и палеонтолог Франсиско Хавьер Муньис, профессор медицинского факультета Университета Буэнос-Айреса. Честь называться первым аргентинским палеонтологом ему была оказана из-за коллекции фоссилий, собранной им вдоль бережья реки Лухан.

Во второй половине XIX в. мировое научное сообщество проявило особый интерес к Патагонии. Именно этот период ознаменован появлением целого ряда блестящих ученых-натуралистов. Например, Франсиско Морено уже в возрасте 12 лет собирал ископаемые останки в окрестностях Буэнос-Айреса. Неоценим также вклад Германа Бурмейстера, который, совершив несколько путешествий в Южную Америку в 1857 и 1859 гг., обосновался в столице Аргентины, а в 1862 г. был назначен директором Музея естественной истории в Буэнос-Айресе (в настоящее время этот музей носит имя Бернардино Ривадавия). Он пригласил иностранных ученых, продолживших свою работу в Национальном университете Кордовы, на базе которого в 1869 г. была основана Национальная академия наук. Бурмейстер стал ее первым директором по науке. Важным этапом в аргентинской палеонтологии стало открытие в 1884 г. согласно декрету правительства провинции Буэнос-Айрес Музея Ла-Платы, в основу которого легла коллек-

³ «Путешествие по Южной Америке» (фр.).

ция Франсиско Паскасио Морено. Особое место занимает уже упомянутый Музей естественных наук Бернардино Ривадавия, основанный еще в 1812 г. Там хранится коллекция ископаемых позвоночных, найденных в Аргентине, и коллекция Амегино – самые древние коллекции в стране, которые имеют не только историческую, но и культурную ценность. Высокий уровень развития палеонтологии и биостратиграфии в Аргентине в XX в. способствовал институционализации этих областей науки. В 1955 г. была основана Аргентинская палеонтологическая ассоциация – неправительственная организация, чья деятельность осуществляется в рамках национальных границ. С 1957 г. она издает специализированный журнал, название которого увековечивает память выдающегося аргентинского ученого Флорентино Амегино – *Ameghiniana*.

В последние годы особые успехи наблюдаются в палеоихнологии. По количеству специалистов в этой области палеонтологии Аргентина наряду с Канадой занимает первое место, а исследования, проводимые в стране, получили мировой резонанс.

В палеонтологии позвоночных, той ее части, что занимается изучением млекопитающих, наиболее ярко прослеживаются особенности кладдистической практики. Кроме того, выявляются новые направления в исследованиях, такие как палеоневрология, палеогистология, биомеханика, определение экологических параметров. Исследовательских групп, работающих по новым направлениям, в Аргентине немного, но они добиваются впечатляющих результатов. Основное внимание ученых, изучающих рептилий, обращено в последнее время на динозавров. Самые древние экземпляры, известные в мире на сегодняшний день, были найдены в провинции Сан-Хуан и Ла-Риоха. А первое гнездо динозавра было обнаружено в провинции Санта-Крус. В Аргентине, равно как и в Северной Америке, Китае и Монголии, найдено обширнейшее кладбище динозавров. В 1980-х гг. работу по данному направлению вели лишь несколько научно-исследовательских групп. Сегодня таких групп намного больше, и география их деятельности гораздо шире: Вилья-Эль-Чокон, Пласа-Уинкуль, Неукен, Хенераль-Рока, Комодоро-Ривадавия, Мендоса, Буэнос-Айрес, Ла-Плата, Сан-Хуан, Ла-Риоха, Тукуман и Сан-Луис. Немалый интерес проявился в последнее время к той ветви палеонтологии, которая занимается изучением рыб и амфибий. Что касается последних, различные филогенетические гипотезы, основанные на морфологических признаках, в частности молекулярных,

поспособствовали новому витку развития этого направления, продолжая пополнять богатую базу анализируемых фоссилий. В изучении птиц за последнее десятилетие отмечается активность, направленная на пересмотр уже устоявшихся гипотез. Примечательно, что публикации специалистов характеризуются желанием внести изменения в уже существующие парадигмы и модифицировать принятые хронологические схемы. В настоящее время птиц причисляют к тероподам. Развитие современной технологии и возможность получить доступ к многочисленным базам данных обусловили слияние палеонтологии и неонтологии.

Палинологические исследования сосредоточены на таксономии и биостратиграфии, относящиеся к эрам палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Несколько научно-исследовательских групп, работающих в Буэнос-Айресе, Баия-Бланке, Коррьентесе, Диаманте, Мар-дель-Плате, Мендосе, Тукумане, занимаются изучением эволюции растений и на основе полученных данных делают выводы о состоянии среды и климата в древние геологические эпохи. Некоторые исследования имеют не только узконаучные цели, но и являются важным источником информации для современных промышленных целей. В частности, активное исследование динофлагеллятных цист в последние без малого три десятка лет имеет важное значение не только для биостратиграфии, но и для разработки нефтяных месторождений. Палеомикропланктон может поведать о солёности воды, содержании токсинов и питательных веществ, а также предоставить сведения о физико-химическом составе водных масс в прошлом. Наиболее авторитетной организацией, занимающейся палинологией и палеоэкологией, в Аргентине является научно-исследовательское подразделение Лаборатории в Мар-дель-Плате. Отметим, что палинология широко применяется в археологических исследованиях. Палинологический анализ, в основе которого лежит изучение микрофитофоссилий – микроскопических остатков растительного происхождения, активно используется в нефтяной отрасли.

Качественный и количественный анализ микрофитофоссилий служит базой для биофациального анализа, который определяет обстановки осадконакопления и создает основу для палеогеографических реконструкций, выполняемых с привлечением микро-, макро- и ихнофоссилий при проведении анализа седиментационных признаков. В Аргентине это направление считается новым (микрофитофоссилии изучают не более 10 лет). Лаборатории и исследовательские центры находятся еще на ста-

дии формирования. Микропалеонтология как субдисциплина ставит своей целью найти ответ на многие вопросы археологии, связанные с питанием: производством, хранением, потреблением, рационом и т. д. Аспекты исследований, связанные с палеосредой, палеоклиматом, палеоэкологией, а также биостратиграфией, подразделяются на две категории: континентальные среды (остракоды) и переходные или морские среды (остракоды и фораминиферы). Любопытно отметить, что в последние годы исследования микроокаменелостей в Аргентине особенно активно ведутся в рамках эпох мезозоя и кайнозоя, а палеозойским периодом занимается лишь один ученый, что позволяет говорить об очевидных лакунах в данной сфере.

Диатомеи – группа одноклеточных и колониальных водорослей – широко распространены во всевозможных биотопах. В водных экосистемах они доминируют над другими микроскопическими водорослями. Диатомовые водоросли особенно полезны при исследовании палеосреды. В последние десятилетия палеоэкологические исследования диатомей в Европе и США, носившие преимущественно качественно-описательный характер, стали количественно-аналитической наукой. Однако в Южной Америке в целом и в Аргентине в частности информация о существующем распределении диатомей при сопоставлении с экологическими параметрами очень скудная. Параметры среды распространения и количественные методы исследования, на основе которых составляются гипотезы состояния палеосреды, ограничены.

Палеонтология беспозвоночных в Аргентине уделяет внимание лишь некоторым группам. Нижнепалеозойские окаменелости Аргентины составляют в основном трилобиты, брахиоподы и двустворчатые. Изучение аммонитов тесно связано с углублением знаний о Юрском периоде в Южной Америке. Двустворчатые являются объектом комплексного исследования: тафономия, палеоэкология, палеобиогеография, морфометрия и т. д.

Исследования, проводимые в настоящее время, позволили уточнить некоторые знания в области биостратиграфии, палеогеографии и палеоклиматологии третичной (кайнозойской) системы в Патагонии. Под руководством д-ра Камачо, работающего в сотрудничестве с ведущими специалистами, была опубликована книга *Los Invertebrados Fósiles* («Беспозвоночные ископаемые»), которая широко изучается в университетах Латинской Америки.

Анализ статистических данных об исследователях, занятых в области палеонтологии и ее субдисциплин, свидетельствует о том, что Аргентина сегодня остро нуждается в зарубежных специалистах. За последние пять лет 31% аргентинских исследовательских групп осуществляли свою деятельность в сотрудничестве с аргентинцами, проживающими за границей. Оставшиеся 69% сотрудничают с зарубежными исследователями, работающими при университетах или иных международных организациях. Среди основных вузов, с которыми сотрудничают аргентинские палеонтологи, следует особо отметить университеты Канады, Франции, Новой Зеландии, Бразилии, Великобритании, Мексики. В 28% исследовательских групп молодые ученые, работающие в их составе, получили высшее образование или научную степень, обучаясь от 3 до 8 месяцев за границей, в основном в Германии, Бельгии, Канаде, Италии, Мексике или США. Любопытно отметить тот факт, что 99% исследователей-палеонтологов ведут преподавательскую деятельность в университетах, из них 77% готовят аспирантов, и 100% ученых занимаются популяризацией палеонтологии среди широких масс населения.

До 90% проектов⁴ финансируются Национальным агентством по науке и технологиям, 86% – Национальным советом по научно-техническим исследованиям, 69% – университетами и 7% проектов имеют дополнительные источники финансирования. 28% опрошенных исследовательских групп подтверждают, что получают средства от международных организаций. Три проекта получили менее 10 тыс. долл. США за последние пять лет, столько же проектов – от 10 тыс. до 50 тыс. долл. США. Ни одна исследовательская группа не финансировалась в размере от 50 тыс. до 500 тыс. долл. США, и только 3% проектов за последние пять лет получили более 500 тыс. долл. США.

В качестве основных недостатков, тормозящих развитие науки в Аргентине, исследователи отмечают несовершенство инфраструктуры. Ученым приходится работать в старых, порою пришедших в негодность зданиях, которые нуждаются в срочном ремонте. Остро ощущается нехватка необходимого оборудования для надлежащего хранения собранных коллекций. Многие лаборатории отмечают недостаток материалов для проведения анализов. Иногда условия работы характеризуются как «близкие к невозможным» из-за отсутствия воды и электричества. Большинство

⁴ Согласно данным доклада [1].

ученых также отмечают финансовые проблемы, связанные с оплатой поездок. Зачастую исследователи вынуждены тратить личные средства, чтобы оплатить дорогу. Нередко возникают непредвиденные затруднения с импортом оборудования, связанные не только с недостаточностью фондов, но также со временем и затратами иного свойства. Прежде всего это касается химических реагентов, которые не производятся в стране.

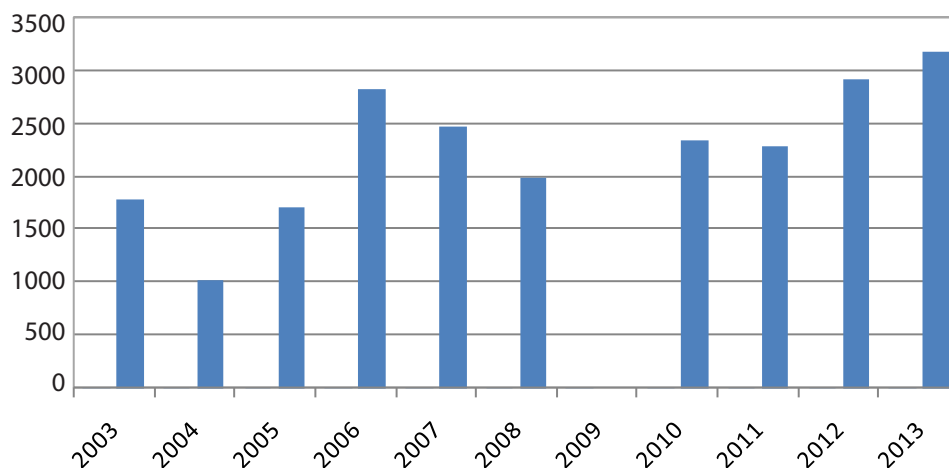
Если оценивать деятельность аргентинских палеонтологов по количеству публикаций в индексируемых журналах за 2003–2012 гг., то на рис. 6 отчетливо видны «высокопроизводительные» направления, такие как палинология, палеоботаника, палеонтология позвоночных и ихнология. Наиболее активно публикуются работы по микропалеонтологии. Основная научно-исследовательская деятельность сконцентрирована в университетах Буэнос-Айреса, Ла-Платы, Кордовы, Пампы и Комауе.

История научных публикаций в Аргентине заслуживает особого упоминания. В 1864 г. свет увидело первое научное издание Аргентины «Анналы Государственного музея Буэнос-Айреса» (*Anales del Museo Público de Buenos Aires*). Его задачей было информировать об оригинальных исследованиях натуралистов и о пополнении коллекций музея. В 1999 г. музей обновил и модернизировал выпускаемое им издание, изменив название на Журнал Аргентинского музея естественных наук (*Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*). В 2000 г. музей запустил новую серию изданий *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*. Периодически организуемые Дни палеонтологии позвоночных в Аргентине появились как форум, на котором палеонтологи могут обменяться своими достижениями и знаниями, оценить уровень развития науки в стране и обсудить дальнейшую совместную деятельность. Особое место занимает аргентинский Конгресс палеонтологии и биостратиграфии. Это академическое мероприятие проводится раз в четыре года в разных регионах страны, на котором собираются все палеонтологи Аргентины. В заключение стоит отметить, что в Аргентине вручается Премия за достижения в области палеонтологии и за популяризацию этой науки.

Приложение

Рисунок 1. **Финансирование проектов по программе РИСТ в области наук о Земле**

Тыс. долл. США



Примечание. Данные за 2009 г. отсутствуют в источнике [1].

Рисунок 2. **Число статей в области наук о Земле, опубликованных аргентинскими учеными**

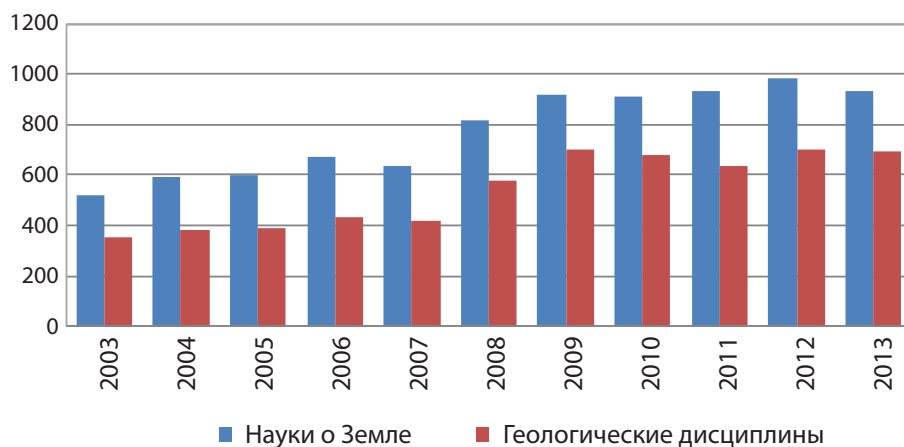
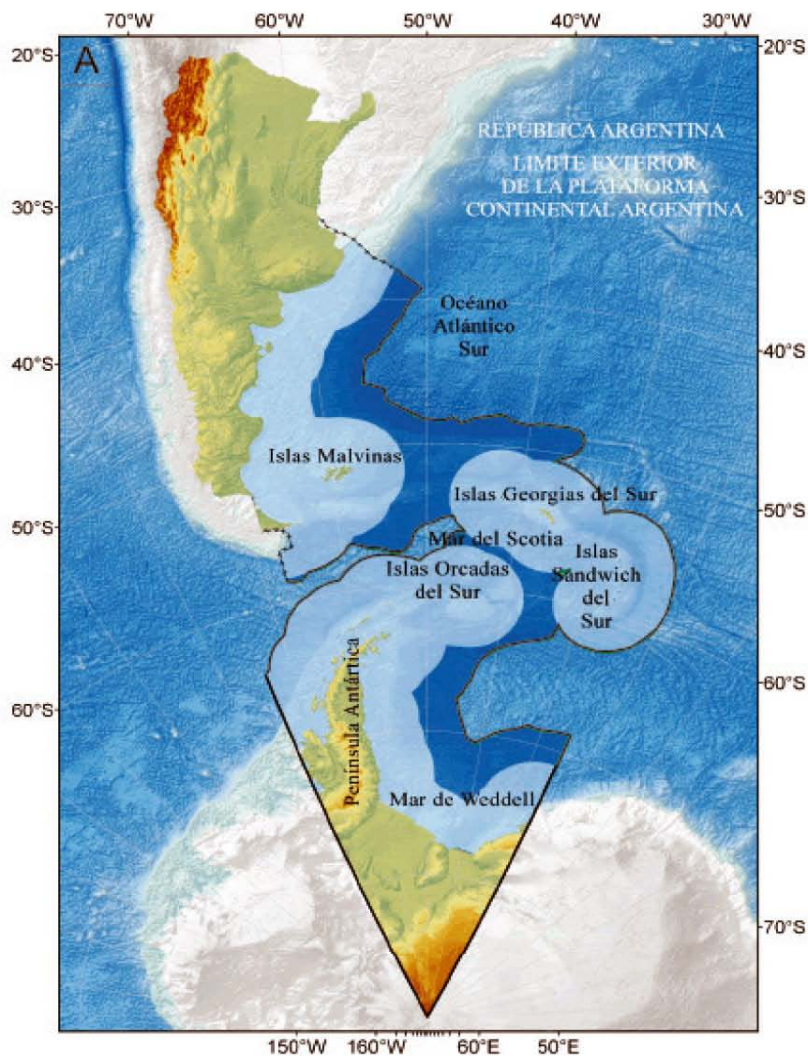


Рисунок 3. Границы территориального моря Аргентины и прилежащей зоны согласно международному законодательству



- Международные морские границы
- Внешние границы Рио-де-ла-Плата
- Внешние границы континентального шельфа
- От прибрежной линии – 200 м
- От 200-метровой границы до внешних границ континентального шельфа

Рисунок 4. **Приоритетные районы по программе Ramra Azul**



Рисунок 5. Число проектов в области океанографии, финансируемых аргентинскими и международными организациями

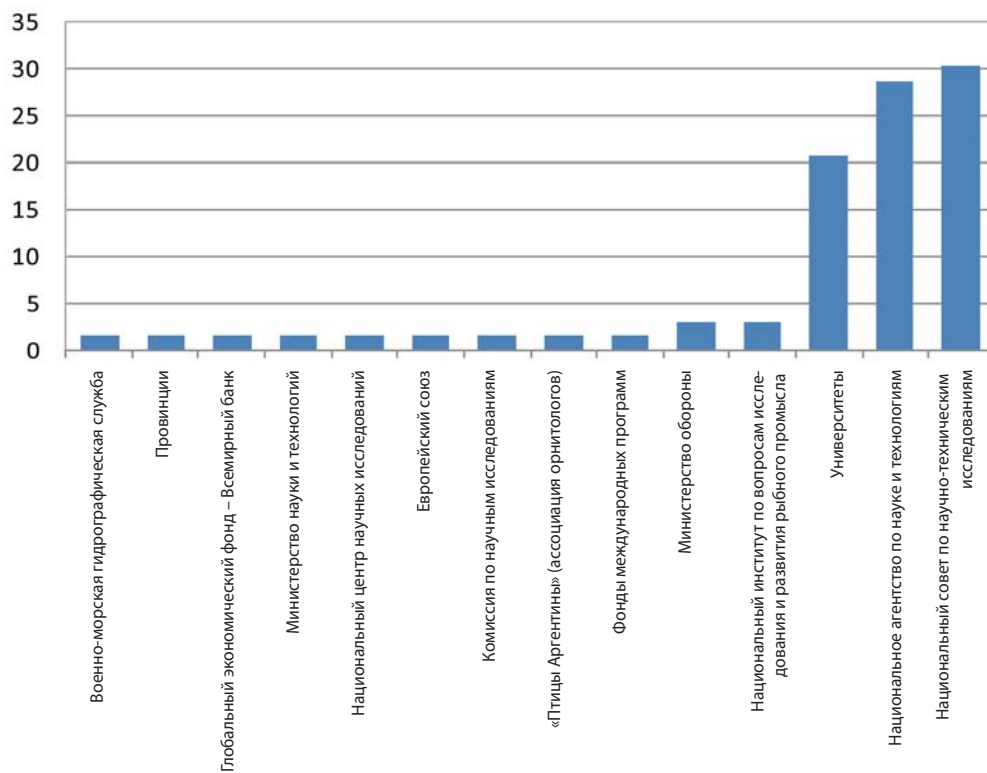
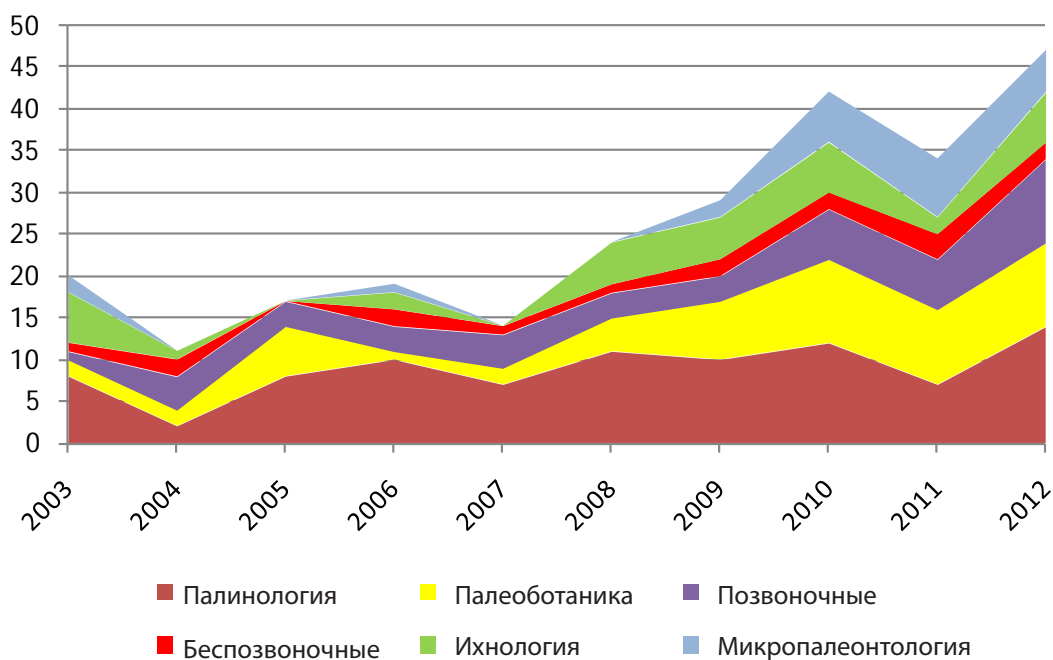


Рисунок 6. Общее число статей аргентинских ученых-палеонтологов в индексируемых журналах



Обзор выполнен на основе следующих публикаций:

1. *Estado y Perspectivas de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la Argentina*. Proyecto conjunto de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y la Academia Nacional de Ciencias. República Argentina, 2015.

Тематические рубрики ежемесячного обзора

Аэронавтика и космос

Биотехнологии и генетика. Сельское хозяйство,
пищевая и химическая промышленность

Информационные и телекоммуникационные технологии и
вычислительная техника

Исследования в области ядерной и квантовой физики

Медицинские технологии и оборудование

Нанотехнологии и новые материалы, микроэлектроника

Социальные и экономические науки и статистика

Энергетика и транспорт

Экология и рациональное природопользование