

УДК 591.3

К 80-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ЭМБРИОЛОГИИ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

© 2021 г. В. А. Голиченков^а, О. В. Бурлакова^{а, *}, А. В. Васильев^{а, б}

^аМосковский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет,
Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, 119234 Россия

^бИнститут биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, ул. Вавилова, 26, Москва, 119334 Россия

*e-mail: burlakovao@mail.ru

Поступила в редакцию 10.09.2020 г.

После доработки 24.09.2020 г.

Принята к публикации 30.09.2020 г.

В статье представлена краткая история создания, становления научной школы, основные образовательные и научные достижения кафедры эмбриологии биологического факультета МГУ, выпускающей специалистов – эмбриологов и биологов развития на протяжении 80 лет.

Ключевые слова: кафедра эмбриологии, научная школа, подготовка биологов развития

DOI: 10.31857/S0475145021010079

1 сентября 1940 г. на биологическом факультете Московского университета была открыта первая в стране кафедра эмбриологии. Решение о ее создании было принято годом ранее (15 августа 1939 г.). Возглавил кафедру выдающийся биолог Дмитрий Петрович Филатов. Создание кафедры эмбриологии в Московском университете было подготовлено всем ходом развития биологической науки. В канун Великой Отечественной войны Московский университет являлся крупнейшим вузом страны и одним из важнейших научных и интеллектуальных центров мира. В составе университета было 7 факультетов (механико-математический, физический, химический, биологический, геолого-почвенный, географический и исторический) и 10 научно-исследовательских институтов (математики, механики, астрономии, физики, химии, зоологии, ботаники, антропологии, морфогенеза и почвоведения). В связи со 185-летием со дня основания, 7 мая 1940 г. Московский государственный университет был награжден Орденом Ленина, ему было присвоено имя его основателя Михаила Васильевича Ломоносова.

В годы, которые предшествовали организации кафедры эмбриологии (20–30-е гг.) страна восстанавливалась после потрясений революций и Гражданской войны. Тем удивительнее видеть, насколько мощно, широко и талантливо были представлены в стране научные и образовательные учреждения и организации биологического профиля: из 10 НИИ Московского университета 4 были биологическими. Почти все они оказались

причастными к организации кафедры эмбриологии Московского университета, и многие выдающиеся биологи создавали фундамент учебной и научной работы кафедры. В стране и в самом университете уже работали центры, тематически связанные с эмбриологией. Так, Институт экспериментального морфогенеза возник из лаборатории экспериментального морфогенеза Биологического института им. К.А. Тимирязева, которой руководила и частично финансировала ее работу Вера Михайловна Данчакова (тогда подданная США). Постановлением Совнаркома РСФСР от 1931 г. лаборатория была преобразована в Институт экспериментального морфогенеза, задачей которого являлось всестороннее изучение закономерностей индивидуального развития. Директором был назначен профессор Р.И. Белкин. В структуре института были лаборатории (отделения): цитологии (профессор П.И. Живаго), оплодотворения (профессор В.А. Дорфман), механики эмбрионального развития (профессор Д.П. Филатов), гистогенеза (профессор А.В. Румянцев, позднее – профессор Г.К. Хрущов), механики постэмбрионального развития (профессор Л.Я. Бляхер), отделение эндокринных факторов развития (профессор В.Ф. Ларионов), отделение внешних факторов развития (профессор Р.И. Белкин). В лаборатории механики эмбрионального развития под руководством Д.П. Филатова работали будущие сотрудники кафедры В.В. Попов, А.И. Лазарев, Н.А. Мануилова, Д.А. Потемкина, Р.А. Борсук. За время своего существования Институт выпустил более 300 статей, опубликованных в 6 томах “Трудов Института экспериментального морфо-

генеза”, провел Всесоюзную конференцию по проблемам механики развития.

Целый ряд структур Московского университета также стали базой для кафедры эмбриологии. В 1923 г. в Московском университете был организован Институт зоологии. До 1930 г. Институт включал лабораторию морфологии и сравнительной анатомии (акад. А.Н. Северцов), лабораторию зоологии и зоогеографии (проф. Н.А. Богоявленский) и лабораторию систематики и зоологии позвоночных (проф. Б.М. Житков). Директором Института был акад. А.Н. Северцов. Научная работа велась, главным образом, в области эволюционной морфологии и сравнительной анатомии А.Н. Северцовым и его учениками Б.С. Матвеевым, В.В. Васнецовым, С.Н. Боголюбским, А.А. Машковцевым. Под руководством Г.А. Кожевникова стала работать лаборатория беспозвоночных. В ней изучали явления видовой, половой, возрастной и географической изменчивости (В.В. Алпатов). Институт играл в стране координирующую роль, созывая научные конференции. В аспирантуре Института были подготовлены будущие выдающиеся зоологи и биологи страны. Среди них профессора Московского университета Б.А. Кудряшов, А.Н. Формозов, В.Г. Гептнер, Г.Ф. Гаузе, С.М. Гершензон, Н.В. Богоявленский, Д.Ф. Вермель, Н.П. Дубинин и др. С 1930 г. научная работа Института велась уже по 5 направлениям: 1) морфология, физиология, эволюция и дарвинизм (А.Н. Северцов, Б.С. Матвеев, Г.И. Роскин, И.Л. Кан); 2) сельскохозяйственная энтомология и зоология (член-корр. АН СССР С.Н. Кулагин, А.А. Захваткин); 3) биология развития (М.М. Завадовский, Б.А. Кудряшов); 4) фауна СССР (Л.А. Зенкевич, С.И. Огнев) и 5) рыбное хозяйство (Л.А. Зенкевич, С.И. Строганов).

Еще в 1918 г. в МГУ М.М. Завадовский начал читать курс “Экспериментальная биология”, с 1923 г. этот курс стал основой преподавания по специальности экспериментальная морфология. В связи с этим в 1930 г. была открыта кафедра динамики развития, которую и возглавил М.М. Завадовский. Кроме того, на кафедре гистологии Московского университета (с 1930 по 1939 г. — гистологии и эмбриологии), организованной в 1913 г., воспитывались и выросли выдающиеся гистологи и эмбриологи А.В. Румянцев, Е.М. Вермель, А.Н. Студитский, Г.А. Шмидт. В течение ряда лет профессор Г.Г. Щеголев читал курс общей эмбриологии. С 1921 г. под его руководством вел свои исследования будущий второй заведующий кафедрой эмбриологии Степан Иванович Кулаев. В 1933 г., будучи доцентом кафедры гистологии, С.И. Кулаев создал на Большом практикуме кафедры гистологии раздел эмбриологии, а с 1934 г. начал читать в Университете переданный ему профессором Г.Г. Щеголевым курс об-

щей эмбриологии, введенный в учебный план биологического факультета.

Все вышеназванные имена ученых — из институтов, кафедр гистологии и динамики развития известны теперь как имена выдающихся эмбриологов, гистологов, генетиков. И все они (большинство из них) принимали участие в становлении советской и российской эмбриологии, организации жизни и работы кафедры эмбриологии. Широкая представленность в исследовательских работах изучения онтогенеза (в т.ч. и в эволюционном плане) естественным образом определила необходимость подготовки специалистов такого профиля, где предметом изучения становился сам онтогенез во всем разнообразии подходов к его исследованию.

Основателем кафедры стал выдающийся русский ученый, создатель отечественной школы экспериментальной эмбриологии профессор Дмитрий Петрович Филатов (1876–1943). Д.П. Филатов предлагал свое понимание проблемы детерминации в индивидуальном развитии (1934), говорил о понятии гомологии (1937), о значении экспериментальной эмбриологии для медицинской практики (1938). Однако основное научное достижение Дмитрия Петровича — разработка им сравнительно-эмбриологического направления в экспериментальной эмбриологии. Вот это самобытное направление отечественной механики развития и было положено в основу работы созданной кафедры. После смерти Д.П. Филатова в трудном 1943 г. кафедру возглавил профессор С.И. Кулаев, в годы войны проректор МГУ, обеспечивавший эвакуацию Университета в Ашхабад, а затем Свердловск (ныне Екатеринбург) и его последующее возвращение в Москву (Голиченков, 1998). Однако, громадные перегрузки, связанные с работой по сохранению Университета во время войны, подорвали здоровье С.И. Кулаева, и в 1944 г. в возрасте творческого расцвета он скончался. После его кончины в 1944 г. на протяжении более 30 лет кафедрой руководил Василий Васильевич Попов (1903–1975). Будучи одним из организаторов кафедры, учеником и соратником Д.П. Филатова, В.В. Попов продолжал и развивал на кафедре дело своего учителя. Под его руководством изучались характеристики формообразовательных воздействий в индивидуальном развитии. Было детально изучено явление вторичной индукции роговицы в кожных трансплантатах и регенератах, обнаружено длительное сохранение формообразовательных реакций рядом тканей зародышей и личинок при индукции хрусталика и гетерогенной индукции конечности у амфибий. В.В. Поповым было обнаружено, изучено и введено в научный обиход явление перехода (трансгрессии) некоторых формативных связей из эмбрионального периода развития в постэмбриональный (1944–1953). Им был сформулирован и развит функциональный

принцип в физиологии развития (1967). Параллельно с А.А. Машковцевым, В.В. Поповым разрабатывался принцип смены морфогенетических отношений в эволюции. Именно при Василии Васильевиче выработывался основной методологический принцип преподавания на кафедре — подход к процессу развития как к самоорганизации усложняющихся подсистем разного уровня, обеспечивающей целостность организма. С 1975 г. после кончины возглавлявшего кафедру в течение почти 30 лет профессора В.В. Попова и по 1983 г. кафедрой заведовал Лауреат Государственной премии, профессор Карлен Григорьевич Газарян. Его приход совпал с периодом развития методов молекулярной биологии. Своей задачей К.Г. Газарян поставил внедрить новые молекулярно-биологические методы исследования в научный и учебный арсенал кафедры, а также ввести в практику работы кафедры новые методы исследования ранних стадий развития млекопитающих. Организатором исследований ранних стадий млекопитающих стал выпускник кафедры Анатолий Александрович Языков, сумевший создать современную базу для исследования и экспериментальных манипуляций с ооцитами и ранними зародышами млекопитающих, стоящий у истоков появления технологий экстракорпорального оплодотворения (ЭКО-технологий) в нашей стране. В развитии этого раздела эмбриологии впоследствии под руководством профессора Марии Львовны Семеновой была разработана программа дополнительного образования “Эмбриологические методы вспомогательных репродуктивных технологий”, сформированная на базе курса эмбриологии млекопитающих и научных разработок в области предзародышевого и раннего зародышевого развития млекопитающих. Этот раздел имеет непосредственный выход в медицинскую практику — наших выпускников-эмбриологов можно встретить во многих ЭКО-клиниках, а среди репродуктологов большим авторитетом пользуются сотрудники кафедры Рамин Ахмедович Шафеи и Илья Владимирович Володяев. Тогда же на кафедре впервые в мире Людмилой Алексеевной Слепцовой (Слепцова и др., 1983) на представителе костистых рыб — вьюне были проведены успешные пересадки ядер соматических клеток в энуклеированные яйцеклетки. Эти работы имели достойное продолжение и позволили ввести данную методику в педагогический процесс (Слепцова и др., 1993; Sleptsova, Popov, 1996).

С 1984 по 2014 гг. кафедру возглавлял Владимир Александрович Голиченков, ныне профессор кафедры. Выпускник кафедры, ученик В.В. Попова, он сумел сохранить и развить лучшие традиции кафедры, создать атмосферу научной свободы и неизменной благожелательности к сотрудникам и студентам, которую так ценят все, кто приходит

на кафедру. В.А. Голиченков ввел в экспериментальную эмбриологию перспективную модель — пигментную систему амфибий, дающую возможность проследить непосредственную реализацию воздействий на организм на уровнях от молекулярного до организменного. Именно эта модель послужила развитию работ по исследованию немышечной подвижности клетки (направленное перемещение пигментных гранул по меланофору), начатой в коллаборации сотрудников кафедры с молекулярными биологами; позволила выявить гормональную активность латеральных глаз позвоночных, выделяющих мелатонин; исследовать становление биоритмологических механизмов в онтогенезе и т.п. В 2014 г. кафедру возглавил директор Института биологии развития им. Н.К. Кольцова, ныне член-корреспондент РАН, д. б. н. Андрей Валентинович Васильев. А.В. Васильев привнес в работу кафедры учебные курсы и исследования клеточных механизмов развития и регенерации, биологии стволовых клеток. Сегодня Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН является базовым для кафедры эмбриологии, во многом участвуя в педагогическом процессе кафедры и предоставлении возможности выполнения научных квалификационных работ студентов.

Несомненная гордость кафедры — общий курс “Эмбриология”, авторские оттенки которому придавали все читающие его преподаватели. Впервые этот общий курс был прочитан в 1934 г. доцентом кафедры гистологии и эмбриологии С.И. Кулаевым. Курс базировался на лекциях по эмбриологии профессора Г.Г. Щеголева, читавшихся на той же кафедре. Параллельно для аспирантов биологического факультета в течение ряда лет подобный курс читал Д.П. Филатов. Классическую основу этого курса заложил в своих блестящих лекциях третий заведующий кафедрой В.В. Попов. Затем этот курс продолжил профессор Лев Владимирович Белоусов, который читал с 1975 по 1983 гг. параллельно с К.Г. Газаряном, а с 1984 по 2017 гг. с В.А. Голиченковым. По материалам лекций выпущены базовые учебники для студентов ВУЗов: Газарян К.Г., Белоусов Л.В. Биология индивидуального развития животных, 1983; Голиченков В.А. Биология развития, 1991; Белоусов Л.В. Основы общей эмбриологии, 1997; Голиченков В.А., Иванов Е.А., Никерясова Е.Н. Эмбриология, 2004; Белоусов Л.В. Основы общей эмбриологии, 2005, вошедший в серию “Классический университетский учебник”. С 2018 года курс успешно читается доцентом кафедры Еленой Александровной Супруненко. Этот курс включен не только в учебный план биологического факультета, но и факультета фундаментальной медицины (с 1993 г.), факультета биоинженерии и биоинформатики (с 2017 г.) и биотехнологического факультета (с 2017 г.). Лекции курса, сочетающие классические под-

ходы к предмету с последними сведениями в этой области, пользовались заслуженным успехом у слушателей. Кроме того, адаптированные курсы “Общая эмбриологии” читаются д. б. н. Ольгой Петровной Мелеховой на физическом факультете (кафедра биофизики), к. б. н. Евгением Алексеевичем Ивановым, а затем к. б. н. Е.А. Супруненко на геологическом факультете (кафедра палеонтологии), к. б. н. Еленой Николаевной Никерясовой (курс “Биология развития” для бакалавров биологического факультета направления экология и природопользование). Все эти лекционные курсы сопровождается Малый практикум. Классический круг объектов и тем занятий практикума был сформирован еще учениками Д.П. Филатова – старшим научным сотрудником кафедры Ниной Александровной Мануиловой и доцентом Дарьей Анатольевной Потемкиной. В настоящее время занятия Малого практикума ведут для каждой группы студентов практически все сотрудники кафедры (в семестре бывает параллельно до 19 групп студентов разных факультетов), а также и кафедральные аспиранты второго года аспирантуры в рамках педагогической практики. Усилиями доцента Л.А. Слепцовой на протяжении многих лет занятия практикума обеспечиваются модельным организмом – вьюном на соответствующих стадия развития. По материалам занятий малого практикума Издательским центром “Академия” в 2004 г. выпущен “Практикум по эмбриологии. Учебное пособие для студентов университетов” (авторы – Голиченков В.А., Иванов Е.А., Лучинская Н.Н., Неклюдова И.В., Никерясова Е.Н., Семенова М.Л., Слепцова Л.А., Чунаева М.З., Языкова Н.В.).

Набор специальных дисциплин для студентов кафедры всегда был призван сочетать классические направления в эмбриологии и биологии развития с современными подходами к исследованию в этой области. Основной спецкурс – Большой практикум (ныне “Эмбриология позвоночных”), включающий лекции и семинары по этапам онтогенеза и соответствующие практические занятия на основных модельных объектах ныне проводят н.с. Наталья Николаевна Лучинская, к. б. н. Ирина Васильевна Неклюдова, к. б. н. Настасья Владимировна Кошелева. В настоящее время студенты кафедры слушают более 20 спецкурсов. В ряде спецкурсов прослеживается преемственность от корифеев, стоявших у истоков кафедры до работающих сегодня сотрудников. Так, курс “Экспериментальная эмбриология”, который начинал читать В.В. Попов, продолжала к. б. н. Н.В. Дабагян, а сейчас ведут к. б. н. И. В. Неклюдова и к. б. н. Л.А. Слепцова. Курс “Гаметогенез” – от к. б. н. Д.А. Потемкиной, затем к. б. н. М.З. Чунаева и сейчас – к. б. н. Е.Н. Никерясова. Курс “Иммунология эмбриогенеза”, у истоков которого стоял Олег Евгеньевич Вязов, позже его возродила про-

фессор кафедры Нелли Георгиевна Арцимович, вот уже много лет его успешно читает выпускник кафедры Дмитрий Борисович Казанский. Курс “Регенерация”, который разработала и читала старший научный сотрудник Ревекка Абрамовна Борсук, затем В.А. Голиченков, Д.В. Попов, а в настоящее время к. б. н. Ольга Владимировна Бурлакова. Ряд блестящих спецкурсов был создан на кафедре профессором Л.В. Белоусовым. Ныне они продолжают силами его учеников: “Молекулярная биология клетки” (н.с. Наталья Николаевна Лучинская и к. б. н. Алена Юрьевна Евстифеева), “Морфогенез” (с.н.с. И.В. Володяев). Эстафету Беломорской летней практики по “Эмбриологии морских беспозвоночных” из рук Л.В. Белоусова и Н.В. Дабагян приняла профессор М.Л. Семенова. Закономерности заключительного этапа онтогенеза отражены в спецкурсе д. б. н. Юрия Константиновича Доронина “Основы биологии старения”.

Создаются новые курсы, необходимость которых обусловлена тенденциями развития науки. Это, прежде всего, “Биология стволовых клеток” – курс заведующего кафедрой члена-корреспондента РАН А.В. Васильева, “Методы клеточных технологий” (к. б. н. Е.А. Супруненко) с практическими занятиями на базе Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, “Молекулярные методы в биологии развития” (к. б. н. Станислав Валерьевич Кремнев). Ряд спецкурсов читают сотрудники профильных институтов. Это, например, курс “Генетика онтогенеза”, созданный член-корреспондентом РАН Леонидом Ивановичем Корочкиным, который в настоящее время ведет и читает д. б. н. О.Б. Симонова, сотрудник Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН. Курс “Молекулярная генетика онтогенеза” разработал и читает профессор В.З. Тарантул (Институт молекулярной генетики РАН) и выпускница кафедры Л.Е. Андреева. В.А. Голиченков одним из первых на факультете создал новую форму спецкурса “Актуальные проблемы биологии развития” (теперь “Современные проблемы биологии”), где приглашенные ведущие ученые читают актуальные лекции связанные с проблемой биологии развития, для студентов выпускных курсов. Это предоставляет редкую возможность непосредственного общения молодежи с крупнейшими специалистами в соответствующих областях науки. Учебно-научная работа студентов кафедры ведется в тесном сотрудничестве с академическими институтами: Институтом биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Институтом общей генетики РАН, Медико-генетическом научном центром им. Н.П. Бочкова, Институтом молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, Институтом биоорганической химии им. академиком М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, Институтом биологии гена, Институтом молеку-

лярной генетики и др. В этих центрах студенты кафедры выполняют курсовые и дипломные работы, пополняя затем их коллективы уже в качестве сотрудников и аспирантов. Научная подготовка студентов, естественно, происходит и на кафедре. Для квалификационных бакалаврских и магистерских работ им предлагаются темы в рамках проводимых на кафедре исследований. В настоящее время научная работа кафедры ведется по трем основным научным направлениям. В рамках исследований направленной дифференцировки клеток млекопитающих в системе *in vitro* (руководитель — член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой А.В. Васильев) ведется изучение возможности нейтральной дифференцировки клеток ретинального пигментного эпителия человека *in vitro* под действием bFGF, мелатонина и кондиционированных сред регенератов сетчатки тритона (Шафеи и др., 2020), анализируются особенности половой дифференцировки клеток с индуцированной плюрипотентностью человека *in vitro*, где показана дифференцировка до стадии гаплоидных клеток, в том числе с появлением маркеров мейоза (Абдыев и др., 2019). Новым направлением является изучение свойств везикулярных частиц стволовых клеток (мультипотентных клеток и индуцированных плюрипотентных клеток) как паракринного регулятора межклеточных взаимодействий в онтогенезе (Супруненко и др., 2019). В рамках исследований механизмов дифференцировки и интеграции дифференцирующихся систем в развитии животных как основы медицинских технологий, под руководством профессора В.А. Голиченкова, ведется изучение фундаментальных основ регуляции онтогенеза позвоночных на организменном, тканевом, клеточном и молекулярно-генетическом уровне. В частности, ведутся работы по изучению предзародышевого развития млекопитающих на ранних этапах фолликуло- и оогенеза, возможности моделировать эти процессы в системе *in vitro*. В рамках исследования разработана система культивирования эмбриональных яичников мыши *in vitro*, изучены уровни экспрессии генов *Mos*, *Epab*, *Ccnh*, *Cdk1*, *Ccnb*, *Wee2*, ответственных за созревание ооцита в условиях *in vitro* и *in vivo*. Показано, что в ооцитах на стадии GV уровни экспрессии генов, кодирующих белки MPF-комплекса (*Cdk1*, *Ccnb*), а также *Wee2*, не различаются в ооцитах, выделенных из фолликулов, культивированных *in vitro* в подобранных условиях, и в ооцитах, полученных из яичников половозрелых и неполовозрелых мышей. Также показано, что уровни экспрессии генов *Epab* и *Ccnh* в ооцитах, выделенных из фолликулов, культивированных *in vitro*, достоверно ниже таковых в ооцитах, выделенных из яичников от половозрелых и неполовозрелых мышей. Также проведены работы по исследованию механизмов инициации клеточ-

ной гибели в случае повреждения трофэктодермы при микрохирургических процедурах, работы по повышению эффективности криоконсервации ранних эмбрионов млекопитающих — работы, имеющие определенные перспективы по внедрению в практику совершенствования репродуктивных технологий в медицине. Ведутся работы по исследованию регенерационных явлений на новых моделях — на сфероидах, образованных из мультипотентных мезенхимных стромальных клеток млекопитающих из различных источников (костного мозга, лимба глаза, десны) в условиях *in vitro* и на клетках пигментной системы личинок амфибий *in vivo*. Одной из практических перспектив этих работ могут стать разработки подходов улучшения функционально-метаболических показателей клеток, например, при формировании тканеинженерных конструкций (Molchanov et al., 2017; Velikanov et al., 2018; Ilina et al., 2019; Filatov et al., 2019, 2020; Kosheleva et al., 2020). На кафедре продолжают исследования клеточных и молекулярных основ морфогенетических реакций на механические напряжения, основы которого были заложены д. б. н. Л.В. Белоусовым (Ambrosi et al., 2017; Bredov, Volodyaev, 2018). Прослежено влияние искусственных деформаций на морфогенез осевых зачатков у *Xenopus*. Проведено детальное исследование микродеформации тканей в разных областях зародышей на разных стадиях нормального развития (от ранней гаструлы до поздней нейрулы). Установлена роль активных и пассивных компонентов микродеформаций в формировании паттернов механических напряжений (Bredov, Evstifeeva, 2017; Vasilegina et al., 2017; Belousov et al., 2018; Luchinskaia et al., 2018). Ученик Л.В. Белоусова, к. б. н. С.В. Кремнев, руководит группой, исследующей молекулярные механизмы, регулирующие формирование плана строения *Dynamena pumila*, гидроида с очень необычным и варибельным развитием. Так, изучена молекулярная разметка верхушки роста побега колонии *Dynamena* компонентами канонического Wnt каскада (Bagaeva et al., 2019; Kupaeva et al., 2020). В работах сотрудников кафедры изучена динамика экспрессии гена *shh* у представителей разных классов позвоночных (птиц и млекопитающих), и это исследование выявило высокую эволюционную пластичность ранней эмбриональной индукции (Kremnyov et al., 2018).

Среди выпускников кафедры — выдающиеся ученые, оставившие глубокий след в “науке о развитии”. Это одна из первых выпускниц кафедры, доктор биологических наук Ольга Георгиевна Строева, один из ведущих эмбриологов страны Александр Александрович Нейфах (1926—1997), крупнейший биолог развития, исследователь проблем регенерации Виктор Иванович Миташов (1937—2007), его ученица и талантливый про-

должатель Элеонора Норайровна Григорян. Яркую страницу в биологию развития вписал ученый с мировым именем Л.В. Белоусов (1935–2017). Мировое признание получили его пионерские работы о роли механических натяжений в онтогенезе, завершившиеся предсказанием существования, а затем открытием механозависимой экспрессии генов (Белоусов, 1971, 1987; Belousov, 2015). Его ученик Е.А. Иванов (1945–2014) был не только выдающимся экспериментатором, но и ярчайшим педагогом и организатором учебного процесса, Советником Ректора Гаванского университета. Выпускник кафедры проф. Николай Дмитриевич Озернюк в течение многих лет возглавлял Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН. Крупные биологи развития Эдуард Борисович Всеволодов (Республика Казахстан), Нгуен Монг Хунг (Социалистическая Республика Вьетнам), создатель лаборатории генетики развития Института общей генетики РАН д. б. н. Борис Николаевич Конюхов, глубокий мыслитель и тончайший экспериментатор Владимир Николаевич Мещеряков (1947–1994). Выпускником кафедры является Лауреат Государственной Премии Российской Федерации, академик РАН, Ректор РНИМУ им. Н.И. Пирогова Сергей Анатольевич Лукьянов, один из ведущих биологов развития в мире, сотрудник Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, д. б. н. Андрей Георгиевич Зарайский.

Все наши выпускники, и выдающиеся ученые, и менее известные труженики науки, и те, кому волею судеб пришлось оставить научное поприще, — это люди, посвятившие хотя бы часть своей жизни нашей *alma mater*, нашей почтенной юбилярше — КАФЕДРЕ ЭМБРИОЛОГИИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдыев В.К., Дашинимаев Э.Б., Неклюдова И.В. и др. Современные технологии получения первичных половых клеток человека *in vitro* // Биохимия. 2019. Т. 84. № 3. С. 330–342.
- Белоусов Л.В. Проблема эмбрионального формообразования. М.: Изд-во МГУ, 1971. 174 с.
- Белоусов Л.В. Биологический морфогенез. М.: Изд-во МГУ, 1987. 238 с.
- Голыченков В.А. Жизнь и деятельность Степана Ивановича Кулаева // В кн. “Проблемы репродуктивной биологии в трудах профессора С.И. Кулаева и его последователей” (п/ред. Макеевой А.П., Захидова С.Т.). М.: Изд-во МГУ, 1998. С. 9–15.
- Слепцова Л.А., Кочерга М.П., Дабагян Н.В., Газарян К.Г. Трансплантация ядер в яйцеклетки костистых рыб (вьюн): анализ нормального развития и аномалий // Журн. общей биологии. 1983. Т. 244. № 5. С. 701–709.
- Слепцова Л.А., Доронин Ю.К., Бенюмов А.О., Языков А.А. Трансплантация ядер клеток ранних зародышей амфибий и млекопитающих в неоплодотворенные яйцеклетки вьюна // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 1993. № 1. С. 19–31.
- Супруненко Е.А., Сазонова Е.А., Куринов А.М. и др. К характеристике внеклеточных везикул плюрипотентных стволовых клеток человека // Гены & клетки. 2019. Т. 14. С. 226–227.
- Шафеев Е.В., Ржанова Л.А., Новикова Ю.П. и др. Ответ клеток ретинального пигментного эпителия человека на воздействие кондиционированных сред регенераторов сетчатки тритона // Цитология. 2020. Т. 62. № 9. С. 728–743. <https://doi.org/10.31857/S004137712009006>
- Ambrosi D., Belousov L.V., Ciarletta P. Mechanobiology and morphogenesis in living matter: a survey Meccanica // Meccanica. 2017. V. 52. № 14. P. 3371–3387.
- Bagaeva T.S., Kupaeva D.M., Vetrova A.A. et al. cWnt signaling modulation results in a change of the wnt architecture in a hydrozoan // Developmental Biology. 2019. V. 456. № 2. P. 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2019.08.019>
- Belousov L.V. Morphomechanics of Development. Springer Cham Heidelberg N.Y.–Dordrecht–London. 2015. 195 p.
- Belousov L.V., Troshina T.G., Glagoleva N.S. et al. Local and global dynamics in collective movements of embryonic cells // BioSystems. 2018. V. 173. P. 36–51.
- Bredov D., Volodyaev I. Increasing complexity: Mechanical guidance and feedback loops as a basis for self-organization in morphogenesis // BioSystems. 2018. V. 173. P. 133–156.
- Bredov D.V., Evstifeeva A.U. Role of mechano-dependent cell movements in the establishment of spatial organization of axial rudiments in *Xenopus laevis* embryos // Russian J. Developmental Biology. 2017. V. 48. № 1. P. 16–22.
- Filatov M.A., Nikishin D.A., Khramova Y.V. et al. Reference genes selection for real-time quantitative PCR analysis in mouse germinal vesicle oocytes // Zygote. 2019. P. 1–6.
- Irina I.V., Khramova Y.V., Filatov M.A. et al. Application of femtosecond laser microsurgery in assisted reproductive technologies for preimplantation embryo tagging // Biomedical Optics Express. 2019. V. 10. № 6. P. 2985–2995.
- Kosheleva N.V., Efremov Yu.M., Shavkuta B.S. et al. Cell spheroid fusion: beyond liquid drops model // Scientific Reports. 2020. V. 10. P. 12614.
- Kremnyov S., Henningfeld K., Viebahn C., Tsikolia N. Divergent axial morphogenesis and early shh expression in vertebrate prospective floor plate // EvoDevo. 2018. V. 9. № 1. P. 4.
- Kupaeva D., Konorov E., Kremnyov S. De novo transcriptome sequencing of the thecate colonial hydrozoan, *Dynamena pumila* // Marine Genomics. 2020. V. 51. P. 100726.
- Luchinskaia N.N., Cherdantsev V.G., Ermakov A.S. et al. Morphomechanical reactions and mechanically stressed structures in amphibian embryos, as related to gastrulation and axial organs formation // BioSystems. 2018. V. 173. P. 18–25.

Molchanov A.Yu, Burlakova O.V., Golichenkov V.A. Regeneration of the skin pigment system during larval development of the clawed frog // Russian J. Developmental Biology. 2017. V. 48. № 1. P. 75–80.

Sleptsova L.A., Popov D.V. Problem of conservation and realization of genetic information. II. Transplantation of the nuclei of cryoconserved cells into unfertilized eggs // Ontogenez. 1996. V. 27. № 6. P. 456.

Vasilegina Y.I., Kremnev S.V., Nikishin D.A. Effects of mechanical stretching of embryonic tissues on axial structure formation in *Xenopus laevis* // Russian J. Developmental Biology. 2017. V. 48. № 1. P. 34–40.

Velikanov A.N., Tambiev A.Kh., Golitchenkov V.A. The influence of millimeter wave electromagnetic radiation on the growth of MSC, HaCaT and HeLa Cell lines // Онтогенез. 2018. Т. 49. № 4. Приложение. С. 50.

To the 80th Anniversary of the Embryology Department in Lomonosov Moscow State University

V. A. Golichenkov¹, O. V. Burlakova^{1,*}, and A. V. Vasiliev^{1,2}

¹*Faculty of Biology, Moscow State University, Leninskie Gory, Moscow, 119234 Russia*

²*Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences, ul. Vavilova 26, Moscow, 119334 Russia*

**e-mail: burlakovao@mail.ru*

The article presents a brief history of the establishment, the formation of a scientific school, the main educational and scientific achievements of the Department of Embryology, Faculty of Biology, Moscow State University, which has graduated specialists – embryologists and developmental biologists for 80 years.

Keywords: Embryology Department of Lomonosov Moscow State University, scientific school, education of developmental biologists