



Ростовцева В.В., Бутовская М.Л.

*Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН,
Ленинский проспект, 32А, Москва, 119334, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭВОЛЮЦИИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ВЫРАЖЕНИЙ И РОЛИ АНАТОМИЧЕСКИХ ЛИЦЕВЫХ СТРУКТУР В ЭТОМ ПРОЦЕССЕ

Введение. Изучение человеческих эмоций, прежде всего, эмоциональной мимики, сегодня привлекает исследователей из самых разных областей науки. Такой возрастающий интерес к этой теме, как нам представляется, объясним, в том числе, стремительно развивающимися цифровыми технологиями распознавания и кодирования выражений лица с использованием нейросетей. Возможности нейросетей в распознании лиц и эмоциональных состояний человека широко обсуждаются в средствах массовой информации, соцсетях и на страницах популярных изданий, что заставляет ученых подходить сегодня к вопросу о природе мимических выражений не только со всей ответственностью, но и с максимумом осторожности в суждениях.

Результаты. Отметим сразу же то обстоятельство, что в современной литературе по анатомии мимической экспрессии отсутствует единое мнение о количестве и составе мышц, участвующих в выражении эмоций на лице человека. Разные авторы указывают на разное число мышц, вовлеченных в эмоциональные выражения лица. Подобные расхождения создают существенную путаницу, особенно для исследователей, не являющихся специалистами по анатомии человека. В нашей статье представлен аналитический обзор на основе анатомических источников, а также наработок системы кодирования лицевых движений FACS – одной из ведущих анатомически обоснованных техник распознавания и классификации эмоциональных выражений лица. Наряду с анатомией мышечной системы в работе также рассматриваются особенности нервных структур, связанных с эмоциональной мимикой. Чтобы дать читателю более полное представление о таком явлении как мимическая коммуникация, в статье затрагивается история ее изучения, а также представлен эволюционный экскурс в формирование человеческого лица, появление и пути развития лицевых выражений в филогенезе.

Заключение. Эмоциональные выражения лица являются продуктом длительной эволюции, тесно связанной с развитием нервной системы и социальной организации. Согласно наиболее полным данным, мышечная система, лежащая в основе эмоциональных выражений лица человека, имеет более комплексное строение, чем обычно предполагается авторами отдельных анатомических классификаций. В целом, она включает 26 парных и одну одиночную мышцу, многие из которых делятся на части более низкого порядка, выполняющие дифференцированные мимические функции. Нам представляется, что эта статья поможет систематизировать современные данные об анатомии человеческой мимики.

Ключевые слова: мимика человека; мимические мышцы; мышцы лица; эволюция мимики; лицевые экспрессии; анатомия мимики

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-1-12

Введение

Лицо в каждый момент времени представляет собой зеркало эмоционального состояния человека. Если форма статичного, эмоционально нейтрального лица несет информацию о стабильных индивидуальных характеристиках, таких как пол, возраст, расовая принадлежность человека, то динамичная эмоциональная экспрессия в определенной степени является проводником в мир его мыслей, чувств, намерений.

Научный интерес к эмоциональной мимике и ее анатомии исторически стал складываться на рубеже XVIII-XIX вв., в единичных и пока еще несовершенных работах европейских физиологов, любителей искусства, а также в русле такого течения как физиогномика (см. историческую справку во введении к работе Гийом-Бенжамена Дюшенна: [Duchenne, 1990]). Оформленной отправной точкой можно назвать книгу английского физиолога Чарльза Белла «*Essays on the anatomy of expression in painting*» [Bell, 1806]. В ней автор дал научное описание мимическим мышцам, окружающим области рта и глаз человека. Белл был восхищен разнообразием людских выражений лица, но по традиции натурфилософии XVIII в., считал, что мимические мышцы являются уникальной особенностью именно человека, дарованной ему Богом для выражения своих чувств. Эта работа в дополненном виде была издана уже после смерти автора в 1844 году под названием «*The anatomy and philosophy of expression as connected with the fine arts*» [Bell, 1844].

Данная публикация стимулировала бурное развитие исследований в области анатомии и физиологии человеческой мимики. Вышло в свет детальное анатомическое описание мимической системы человека в составе знаменитого атласа Генри Грея с иллюстрациями Генри Вандайка Картера [Gray, 1858]. Этот анатомический атлас и классический учебник, известный сегодня как «Анатомия Грея» (*Gray's Anatomy*), стал настоящей «Библией» анатомии человека и пережил до сегодняшнего дня 41 переиздание, последнее из которых вышло в 2020 году. В атласе представлено описание и анатомические иллюстрации лицевых мышц, а также анатомия их иннервации. Иллюстрации из «Анатомии Грея» стали хрестоматийными и используются по сей день во множестве справочных источников и современных анатомических атласов других авторов [например, Джозеф, 2023].

В 1862 году в Париже вышло лимитированное издание книги невролога, известного по своим работам в области электрофизиологии, Гийом-Бенжамена Дюшенна. В этом произведении, изданном на французском языке и дополненном 100-ми фотографиями, содержались результаты физиологических экспериментов, в которых с помощью электростимулов вызывались сокращения определенных мимических мышц человека, а производимые выражения лица фиксировались на камеру. Единственный перевод этого редкого издания на английский язык вышел в 1990 году, при содействии в том числе Пола Экмана (о котором будет сказано далее) под названием «*The Mechanism of Human Facial Expression*» [Duchenne, 1990].

Несомненно, одним из ключевых событий в истории исследования мимической коммуникации стала работа Чарльза Дарвина «О выражении эмоций у человека и животных» (*The Expression of the Emotions in Man and Animals*) [Darwin, 1872]. В этой работе Дарвин внимательно исследовал разнообразные способы выражения эмоций у животных, в том числе специфические выражения лица. Он особо подчеркивал удивительное сходство в мимике между людьми и нашими ближайшими родственниками – обезьянами. Как ясно указывал Дарвин в предисловии, главной целью его книги было опровержение утверждения Белла о том, что выражения лица свойственны только человеку. Как и во многих других областях эволюционного знания, Дарвин намного переиграл свое время. Наблюдения и теоретические выводы Дарвина остаются актуальными и по сей день. Работа Дарвина заложила начало научного фундамента эволюционной теории не только в морфологии, но и в поведении, невербальной коммуникации.

С эволюционных позиций исследования мимики развивались в XX веке в русле приматологии и науки о поведении – этологии. Хотя вплоть до 70-х годов такие исследования были немногочисленны, стоит отметить работы Яна ван Хоффа, посвященные сравнительным исследованиям мимики приматов [Van Hooff, 1962, 1967]. Фундаментальное исследование эволюционных основ происхождения смеха и улыбки, проведенное ван Хоффом, остается одним из лучших образцов филогенетических исследований, направленных на установление неразрывной преемственности в поведении обезьян и человека. Начиная с 1970-х годов исследования мимики человека получили толчок развития как

с точки зрения фундаментальной, так и прикладной науки. Это было связано с работами американского психолога, преемника в том числе классической этологической школы – Пола Экмана с соавторами. Вклад Экмана в изучение мимики эмоций сложно переоценить. Вместе с коллегами он разработал систему кодирования лицевых движений – Facial Action Coding System (FACS), которая стала стандартом в этой области [Ekman, Friesen, 1978; Ekman et al., 2002]. FACS представляет собой детальную, анатомически обоснованную систему, описывающую все видимые движения лица. Она дробит выражения на отдельные компоненты, называемые двигательными единицами (Action Units), каждая из которых связана с работой определенных мимических мышц. Интенсивность активации этих мышц, определяемая по движению лица, указывает на силу эмоционального выражения. Исследования школы Пола Экмана охватывают многие аспекты мимической экспрессии человека – от техник распознавания истинных эмоций по движению мимических мышц до универсальности, либо же кросскультурной вариативности эмоциональных выражений лица [Ekman, 1980, 2015; Ekman, Friesen, 2003; Ekman, Rosenberg, 2005].

На сегодняшний день исследования, связанные с эмоциональной мимикой, приобрели огромную популярность в различных фундаментальных и прикладных областях науки, а также в сфере услуг и маркетинга. Динамика числа публикаций, имеющих в англоязычном варианте в

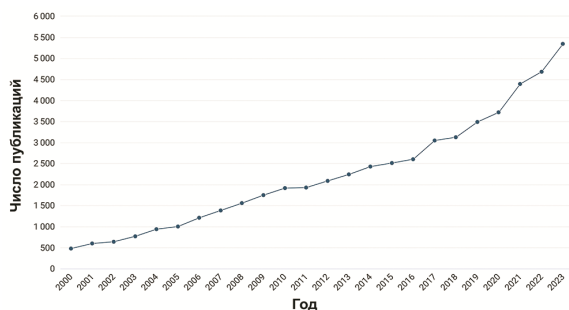


Рисунок. Динамика числа англоязычных публикаций, посвященных мимике человека, за период с 2000 по 2023 г.

Figure. Dynamics of the number of English-language publications devoted to human facial expressions for the period from 2000 to 2023

Примечания. Данные получены с помощью портала Dimensions (Available at: <https://app.dimensions.ai>. Accessed: 04.10.2024.).

Notes. Data obtained from the Dimensions portal (Available at: <https://app.dimensions.ai>. Accessed: 04.10.2024.).

названии или аннотации выражение «facial expressions», за период с 2000 по 2023 годы представлена на рисунке. Такое возрастание интереса к этой теме связано в первую очередь с внедрением технических и цифровых методов распознавания эмоций по движению лицевых мышц с использованием в том числе искусственных нейронных сетей [Höfling et al., 2020]. Однако, наряду с этим, свою роль сыграл также отчетливый рост интереса к филогенетическим корням эмоциональных выражений у человека, связи между мимикой и движениями тела у приматов в целом и человека в частности, общим вопросам развития эмоционального интеллекта и происхождения языка [Luisi et al., 2023; Florkiewicz et al., 2024; Waller et al., 2024].

Темой эмоциональной мимики человека сегодня занимаются исследователи из очень широкого круга научных областей. На этом фоне парадоксальным могут показаться результаты проведенного нами анализа современной литературы по анатомии мимической экспрессии. Среди анатомов нет однозначной согласованности по числу и составу мышц, задействованных в эмоциональных выражениях лица человека. Разные авторы констатируют разное общее число лицевых мышц, вовлеченных в мимическую экспрессию, что вносит большую путаницу, особенно для исследователей, которые не являются специалистами по анатомии человека.

Хотя изначально целью настоящей статьи было представление аналитического обзора и некоторого заключения о том, какова же анатомическая система эмоциональных выражений лица человека в ее численных и качественных характеристиках, однако, для более глубокого погружения читателя в тему эмоциональной мимики, в этой работе мы также представим эволюционный экскурс в формирование лица человека и такого явления как лицевые экспрессии. Мы надеемся, что эта статья внесет вклад в систематизацию массива современных данных по анатомии человеческой мимики.

Происхождение и эволюция эмоциональной мимики

Появление лицевого отдела как части головы у позвоночных животных можно отнести к периоду возникновения самих позвоночных в кембрии. Это событие связано с появлением эмбриональных клеток нервного гребня, которые развиваются в том числе в лицевые структуры, и которые не встречаются у предков позвоночных

[Gans, Northcutt, 1983; Ray, Medeiros, 2023]. Впервые лицевой отдел выделился у бесчелюстных рыб примерно 500-520 млн. лет назад и у этой части головы еще полностью отсутствовала нижняя челюсть. Развитие нижней челюсти ознаменовало появление группы челюстноротых позвоночных животных примерно 420-410 млн. лет назад [Wilkins, 2017]. Дальнейшая эволюция лицевого отдела в линии, приведшей к человеку, в общих чертах шла по следующему пути: укрепление костей нижней челюсти, появление зубов; развитие орожденной «морды» млекопитающих с усовершенствованием ольфакторного и визуального аппаратов; редукция рострума (морды), бинокулярное зрение и потеря волосяного покрова лицевого отдела у антропоидов; развитие лобной области головы, дальнейшее уплощение рострума, развитие подбородка и выступающего носа у человека [Gregory, 1929; Wilkins, 2017].

Исходно передняя часть головы позвоночных эволюционировала как основной сенсорный центр, на котором размещаются важнейшие органы чувств: зрения, обоняния, вкуса, слуха. Кроме того, здесь находится рот, который не только вмещает вкусовые рецепторы, но и служит основной точкой входа для пищи. Вероятно, сенсорный аппарат лицевого отдела изначально развился для того, чтобы направлять животных к потенциальным источникам пропитания, а также для сбора информации о потенциальных партнерах и угрозах. При пространственном перемещении «лицо» представляет собой «авангардную» область тела позвоночных. Таким образом, в ходе прогрессивной эволюции эта часть стала приобретать всё более важную роль в социальной коммуникации – не только в качестве сенсорного центра, но и в качестве центра транслирования сигналов, несущих социальную нагрузку. Одним из видов такой коммуникации, который получил наибольшее развитие у высших нечеловеческих приматов и человека, является эмоциональная мимика или, в более широком смысле, эмоциональные выражения лица [Waller et al., 2024].

Эмоциональные выражения лица (как и любые движения лица) обеспечиваются черепно-лицевыми мышцами, состоящими из поперечно-полосатой ткани, которая сокращается под воздействием нервных импульсов. Как филогенетически, так и онтогенетически развитие мышц лица (и головы в целом) также связано с активностью клеток нервного гребня [Ziermann et

al., 2018]. Эволюцию эмоциональных выражений лица можно начать с такого элемента как демонстрация угрозы, транслируемая через широко открытый рот, и часто сопровождаемая некоторой формой вокализации. Этот элемент встречается уже у рептилий, например, ящериц и змей, и является ответной реакцией на неожиданную встречу с другим животным [Langkilde et al., 2004; Langkilde, Shine, 2005]. Демонстрация широко открытого рта является самой архаичной «эмоциональной» реакцией (страх, ощущение угрозы), и воспроизводится с помощью действия глубоких мышц, управляющих движением нижней челюсти. В отличие от мимических выражений, в такой демонстрации не задействуются непосредственно мимические мышцы, которые у рептилий и птиц еще отсутствуют. В целом, движения лицевых мышц позвоночных, предшествующих млекопитающим, ограничиваются открытием и закрытием отверстий лицевого отдела (рот, глаза и ноздри), в то время как млекопитающие способны на гораздо более разнообразный диапазон лицевых движений [van Hooff, 1967]. Такое разнообразие обеспечивается мимическими мышцами, которые являются довольно молодым образованием с эволюционной точки зрения. Они присутствуют только у млекопитающих и, вероятно, впервые развились у их вымерших предков-синапсид [Wilkins, 2017]. Первоначально мимические мышцы, скорее всего, служили для управления движениями лица, способствуя повышению адаптации в естественной среде. Например, у предков млекопитающих подвижность губ и щек, вероятно, развилась для облегчения сосания и более интенсивного жевания пищи. Кроме того, лицевые мышцы млекопитающих могли дифференцироваться из-за необходимости совершенствования подвижности ушей и вибрисс, что позволяло им более активно исследовать окружающую среду [Sherwood, 2005]. Со временем лицевые мышцы стали использоваться для выражения эмоций и, следовательно, для социальной коммуникации.

В эволюционной линии млекопитающих, ведущей к человеку, постепенно увеличивается число лицевых мышц и разнообразие выражений лица. Выделение точного числа лицевых мышц для разных таксонов пока еще остается весьма проблематичным, что связано с рядом методических причин, в том числе терминологических. Это констатируется авторами, занимающимися обобщениями анатомических работ по

лицевым мышцам для разных отрядов и семейств млекопитающих [Diogo et al., 2009]. Как уже было отмечено, и к чему мы вернемся в следующем разделе, в литературе, посвященной классификации мимических мышц человека, также до сих пор нет абсолютной согласованности. Тем не менее, прогрессивная динамика по увеличению их количества однозначно прослеживается. У однопроходных млекопитающих (например, у утконоса *Ornithorhynchus anatinus*) выделяется всего десять лицевых мышц [Diogo et al., 2009], и мимические выражения как таковые у них практически отсутствуют. У грызунов (например, у серой крысы *Rattus norvegicus*) выделяют уже около 20 лицевых мышц [ibid.]. Примерно такое же число мышц присуще полуобезьянам [Burrows, Smith, 2003; Diogo et al., 2009]. Самые разнообразные мимические выражения демонстрируют представители узконосых обезьян (обезьян Старого Света) [Dobson, Sherwood, 2011]. В качестве иллюстрации тезиса о наиболее развитой мимике, помимо человека, обычно приводят макаков резусов (*Macaca mulatta*) и обыкновенных шимпанзе (*Pan troglodytes*) [Burrows et al., 2006; Diogo et al., 2009; Kavanagh et al., 2022]. Однако следует отметить, что эти два вида являются наиболее изученными и широко используемыми в лабораториях, отсюда и лучшее знакомство с ними. Мимика других представителей рода *Macaca*, например, *M. nigra*, *M. fuscata*, *M. tonkeana* ничуть не менее разнообразна, чем у резусов, то же можно сказать и о мимике карликовых шимпанзе по сравнению с обыкновенными [см., например, Correia-Caerio et al., 2021].

Ряд исследований свидетельствуют в пользу того, что высокое разнообразие мимического репертуара у шимпанзе и макаков, по всей видимости, является результатом сложной социальной организации. В частности, было показано, что виды приматов, живущие в больших группах со сложными социальными связями, такие как шимпанзе и макаки резусы, имеют и более сложный репертуар мимических проявлений по сравнению, например, с представителями гиббоновых [см.: Burrows et al., 2011, и источники в нем]. Здесь важно отметить, что гиббоновые особенно примечательны тем, что они являются единственными моногамными узконосыми обезьянами, а размер групп у них значительно меньше, чем у макаков и шимпанзе, и зачастую не превосходит размера в четыре особи (самец, самка, ближайшее потомство) [ibid.]. При этом

гиббоновые имеют высокую степень мобильности лицевых мышц, а также большое число отдельных мимических пучков [Diogo et al., 2009; Florkiewicz et al., 2024]. Несмотря на это, мимический репертуар у них более скудный [Burrows et al., 2011; Florkiewicz et al., 2024]. Это обстоятельство поставило под сомнение более раннюю научную парадигму, согласно которой филогенетическое положение рассматривалось как основной фактор, влияющий на сложность лицевых экспрессий приматов. Современные работы всё больше обращают внимание на роль социальной организации в этом процессе.

Важным представляется тот факт, что лицевые мышцы человека имеют более высокий процент медленно сокращающихся миофибриллярных волокон по сравнению с шимпанзе и макаками резусами, что тесно связано с коэволюцией мимики и речи у человека, требующей более медленных, продолжительных, сознательно контролируемых мимических движений [Burrows et al., 2014]. Таким образом, микромимика человека, известная по исследованиям Пола Экмана с соавторами [Ekman, Friesen, 1969; Ekman, 2009; Ederly, 2019], является наследием наших человекообразных предков. Это также согласуется с высокой скоростью и слабым сознательным контролем микромимических выражений.

Развитие мимической коммуникации тесно связано с развитием нервной системы. Это находит отражение не только в точности распознавания визуальных сигналов [Dobson, Sherwood, 2011], но и в особенностях активации мимических мышц [Wilkins, 2017]. Сокращение лицевых мышц управляется одним из 12-ти черепных нервов – VII (лицевым) нервом [Савельев, Негашева, 2001; Джозеф, 2023; Sherwood, 2005]. Эта структура в том или ином виде присутствует у всех позвоночных – VII ветвь черепного нерва выделяется даже у миног [Kuratan et al., 1997]. У млекопитающих VII нерв имеет несколько ядер, которые залегают в мосту ствола головного мозга, при этом нейроны двигательного ядра, в частности, иннервируют поверхностные мышцы лица [Sherwood, 2005]. В периферической части лицевой нерв ветвится, расходясь более мелкими волокнами к различным лицевым мышцам и мышечным пучкам. Особенности периферического ветвления лицевой нерва у разных таксонов и видов млекопитающих соответствуют особенностям анатомии и адаптивного репертуара движения лицевых мышц (см. для примера классификацию

периферических ветвей лицевого нерва для морских свинок *Cavia porcellus* и человека, соответственно: [Никитюк, 2024; Uemura-Sumi et al., 1986]). Сравнительное исследование, проведенное на 18 видах приматов, включая человека, показало, что общее число нейронов двигательного ядра лицевого нерва, а также сам объем ядра имеют большую внутривидовую вариативность, которая превосходит даже межвидовую. Так что, по всей видимости, общее число нейронов в этом ядре не является определяющим фактором различий мимического репертуара, наблюдаемых между разными видами в рамках отряда приматов [Sherwood, 2005]. Важное эволюционное преобразование нервной системы, связанное с более развитой мимической экспрессией, присущей узконосым обезьянам Старого Света (секция *Catarrhini*), вероятно, заключается в возникновении у них ряда прямых связей между моторной корой больших полушарий головного мозга и двигательным ядром лицевого нерва, в то время как у других млекопитающих, в т.ч. других представителей отряда приматов, такие прямые связи не обнаруживаются [ibid.].

Мимика человека отличается наиболее богатым репертуаром, детализацией, а также более совершенным сознательным контролем. В следующем разделе мы подробно рассмотрим анатомическую систему, лежащую в основе эмоциональных выражений лица человека.

Анатомия эмоциональных выражений лица человека

Немного забегаая вперед, отметим, что в эмоциональных выражениях лица человека, в самом широком смысле, задействованы мышцы, относящиеся к поверхностным мышцам головы, жевательным, а также шейным мышцам. Мимические мышцы несколько отличаются от других скелетных мышц. Они развиваются из второй жаберной дуги [Ziermann et al., 2018] и, за исключением щечной мышцы *m. buccinator*, не окружены фасцией. Мимические мышцы располагаются непосредственно под кожей. Одним концом они могут крепиться к скелетным костям, апоневрозам, сухожилиям, хрящам, а другим (или же двумя) прикрепляются к коже или слизистым оболочкам. За счет того, что концы мимических мышц прикрепляются к кожному покрову они обеспечивают изменение рельефа кожи на лице (мимика). Также, отдельными своими пучками они соединяются друг с другом, что приво-

дит к сложным деформациям кожной поверхности, в которых как правило задействовано сразу несколько мимических мышц [Амвросьев с соавт., 2015; Ekman et al., 2002].

В разных анатомических источниках, в т.ч. хрестоматийных, фигурирует разное число выделяемых мышц, задействованных в эмоциональной мимике, что связано с (1) различными подходами к включению отдельных мышц (и даже групп мышц) в число мимических; (2) разными подходами к детализации ветвления мышц (одни и те же мышечные структуры в разных источниках могут называться отдельными мышцами или частями мышцы более низкого порядка); (3) уточнением научных данных об обособленности отдельных мышечных пучков, а также индивидуальной вариативности. Так, например, большинство авторов не включают наружные ушные мышцы в число мимических в силу их рудиментарности у человека [Амвросьев с соавт., 2015; Джозеф, 2023; Netter et al., 2002; Sinnatamby, 2011; Palastanga, Soames, 2012]. Однако в ряде классификаций они всё же относятся к мимическим [Привес с соавт., 2006; Wilkins, 2017]. О справедливости последней точки зрения говорит тот факт, что ушные мышцы все же задействуются при улыбке [Berzin, Fortinguerra, 1993; Hochreiter et al., 2023]. Также неоднозначным в литературе является включение подкожной шейной мышцы *m. platysma* в число мышц лицевых экспрессий, хотя известно, что она принимает существенное участие в открытой улыбке, опускании уголков рта и гримасе, демонстрирующей нижние зубы [Sun et al., 2023]. Существуют мышцы, которые являются обособленными у некоторых людей, в то время как у других они отсутствуют как отдельные элементы. Например, мышца смеха *m. risorius* у некоторых не выделяется в обособленную мышечную структуру, а является продолжением шейной мышцы *m. platysma* [Привес с соавт., 2006; Синельников с соавт., 2009; Амвросьев с соавт., 2015].

Помимо лицевых мышц в мимических выражениях задействованы также жевательные мышцы, обеспечивающие движения нижней челюсти. Такие движения входят в состав эмоциональных выражений, связанных, например, с удивлением, испугом, отвращением и включены в анатомическое обоснование системы кодирования лицевых экспрессий FACS [Ekman et al., 2002]. Напротив, такие элементы как высовывание языка, а также движения глаз обычно

не относятся непосредственно к эмоциональной мимике. Высунутый язык имеет очень широкое значение как невербальный сигнал, а именно, он может выражать отвращение, враждебность, агрессию, шок от сильного страха, агонию, усталость, старание, отрешенность, осторожность, эйфорию, сексуальную страсть [Морозов, Бутовская, 2008]. Как видно из этого списка спектр семантики высунутого языка не только широк, но и включает в некоторой степени полярные значения. Высунутый язык невозможно трактовать как невербальный сигнал в отрыве от сопутствующей мимики. Что же касается движения глаз (фиксация взгляда, саккады), а также размера зрачка, то они также являются дополнительными параметрами в интерпретации мимических выражений и не могут нести конкретной эмоциональной нагрузки как самостоятельный невербальный сигнал [Tarnowski et al., 2020; Yitzhak et al., 2021]. В системе FACS подмигивания, моргания, движения глаз, головы и языка вынесены за пределы основных 44 двигательных единиц, входящих в классическое описание эмоциональных выражений лица [Ekman et al., 2002].

В таблице представлена наиболее широкая и детализированная классификация мышц, мышечных брюшек, частей (пучков разного порядка), задействованных в продуцировании эмоциональных выражений лица человека. Таблица составлена согласно новейшим стандартам анатомической терминологии [Никитюк, 2024] и учитывает не только анатомические классификации, но и исследования и практические наработки в области кодирования лицевых экспрессий [Ekman et al., 2002].

Из таблицы видно, что в продуцировании эмоциональных выражений лица человека принимают участие разнообразные мышцы, не ограничивающиеся только непосредственно мимическими мышцами лица. Ветви мышц разного порядка часто имеют существенно различающуюся функциональную мимическую нагрузку. Самая сложная и разнообразная мышечная система лежит в основе мимики области рта человека, за ней по сложности следует мимика «взгляда», объединяющая области окружностей глаз и лба.

Как уже отмечалось, всё это многообразие мышечных структур иннервируется в основном лицевым нервом (VII пара черепных нервов) [Савельев, Негашева, 2001; Джозеф, 2023; Netter et al., 2002], который в периферической

своей части распадается на задний ушной нерв, двубрюшную и шилоподъязычную ветвь, а также околоушное сплетение [Никитюк, 2024]. Околоушное сплетение дает начало пяти ветвям: височной, скуловой, щечной, краевой ветви нижней челюсти и шейной ветви [ibid.]. Распадаясь на более мелкие волокна, ветви, отходящие от околоушного сплетения, иннервируют лобную мышцу, все мышцы лица, переднюю ушную мышцу, а также платизму. Заднее брюшко двубрюшной мышцы, а также верхняя и задняя ушные мышцы иннервируются двубрюшной ветвью и задним ушным нервом VII нерва, соответственно. Хотя в литературе чаще всего констатируется, что за мимику человека отвечает VII пара черепных нервов, стоит отметить, что жевательные мышцы, а также переднее брюшко двубрюшной мышцы управляются тройничным нервом (V пара черепных нервов), который также отвечает за чувствительную иннервацию кожи лица, головы, шеи.

Заключение

Эмоциональные выражения лица человека, как одна из важнейших систем невербальной коммуникации, являются продуктом длительной эволюции. Несмотря на то, что человеческая мимика очень разнообразна и детализирована, она не является уникальной для человека. Постепенное развитие мимической экспрессии в отряде приматов тесно связано с эволюцией нервной системы и социальной организации.

Мышечная система, лежащая в основе эмоциональных выражений лица человека, имеет сложное строение. В широком смысле в ней задействованы 22 парных и одна одиночная поверхностная мышца головы и шеи, а также три парные жевательные и одна парная двубрюшная (шейная) мышца, управляющие движением нижней челюсти. Многие из этих 53 мышц делятся на части более низкого порядка, каждая из которых может выполнять дифференцированную от других частей мимическую функцию. Двигательная иннервация поверхностных мышц головы и шеи осуществляется лицевым нервом (VII пара черепных нервов), а управление движением нижней челюсти производится тройничным нервом (V пара черепных нервов).

Таблица 1. Мышцы, задействованные в эмоциональных выражениях лица человека
Table 1. Muscles involved in human emotional facial expressions

	Название мышцы	Брюшко, часть	Часть низшего порядка	Функция	
	Надчерепные мышцы				
Область лба	Затылочно-лобная мышца <i>m. occipitofrontalis</i>	Лобная мышца <i>m. frontalis</i>	Медиальный пучок <i>pars medialis</i>	Поднятие внутреннего края брови	
			Латеральный пучок <i>pars lateralis</i>	Поднятие внешнего края брови	
	Мышцы лица				
Область окружности глаза	Круговая мышца глаза <i>m. orbicularis oculi</i>	Глазничная часть <i>pars orbitalis</i>		Поднятие щеки, смыкание глазной щели со сморщиванием кожи вокруг глаз и разглаживанием кожи на лбу	
		Вековая часть <i>pars palpebralis</i>	Ресничный пучок <i>fasciculus ciliaris</i>	Смыкание век, прищуривание	
			Глубокая вековая часть <i>pars palpebralis profunda</i>		
	Сморщиватель бровей <i>m. corrugator supercilii</i>				Сближение бровей с образованием вертикальных складок между ними
	Мышца, опускающая бровь <i>m. depressor supercilii</i>				Опускание брови в медиальном направлении с образованием поперечных складок в области корня носа
Область носа	Мышца гордецов <i>m. procerus</i>			Опускание кожи надпереносья с образованием поперечных складок в области корня носа	
	Носовая мышца <i>m. nasalis</i>	Поперечная часть <i>pars transversa</i>		Сужение ноздрей	
		Крыльная часть <i>pars alaris</i>		Опускание крыла носа, расширение ноздри	
	Мышца, опускающая перегородку носа <i>m. depressor septi nasi</i>				Опускание кончика носа и хрящевой перегородки, расширение ноздри

Есть окончание
Continued

Примечания. В таблице представлена номенклатура, соответствующая последнему российскому изданию Международной анатомической терминологии, а также разработкам FACS. В литературе могут встречаться альтернативные названия некоторых частей мышц. Для определения соответствий см.: [Никитюк, 2024]. ¹ – Поперечная мышца подбородка у некоторых людей может являться продолжением подкожной мышцы шеи; ² – мышца смеха у некоторых людей может быть частью мышцы, опускающей угол рта; ³ – по системе FACS расслабленное «опускание нижней челюсти» соответствует двигательной единице AU26, задействованной в экспрессии страха и удивления. Все представленные мышцы, за исключением круговой мышцы рта являются парными (присутствуют с правой и с левой стороны).

Notes. The table presents the nomenclature according to the latest Russian edition of the Terminologia Anatomica, and FACS developments. Alternative names for some muscle parts may occur in the literature. For correspondences, see: [Nikityuk, 2024]. ¹ – The transversus menti muscle may be a continuation of the m. platysma in some individuals; ² – the m. risorius may be part of the m. depressor anguli oris muscle in some individuals; ³ – according to the FACS, relaxed “jaw drop” corresponds to the AU26 action unit involved in the expression of fear and surprise. All the muscles presented, with the exception of the orbicularis oris muscle, are paired (present on the right and left sides).

Пролонжение таблицы 1
Table 1 Continued

	Название мышцы	Название части мышцы	Функция
Область рта	Круговая мышца рта <i>m. orbicularis oris</i>	Губная часть <i>pars labialis</i>	Сужение ротовой щели, смыкание губ, вытягивание губ вперед
		Краевая часть <i>pars marginalis</i>	
	Мышца, поднимающая верхнюю губу и крыло носа <i>m. levator nasolabialis</i>	Поднятие верхней губы и крыла носа, сморщивание носа, изменение глубины носогубной борозды	
	Мышца, поднимающая верхнюю губу <i>m. levator labii superioris</i>	Поднятие верхней губы, изменение глубины носогубной борозды	
	Малая скуловая мышца <i>m. zygomaticus minor</i>	Подтягивание уголков рта латерально и кверху, изменение глубины носогубной борозды	
	Большая скуловая мышца <i>m. zygomaticus major</i>	Растягивание рта вверх и латерально	
	Мышца, поднимающая угол рта <i>m. levator anguli oris</i>	Поднятие угла рта вверх и латерально, изменение глубины носогубной борозды, разведение («надувание») щек латерально	
	Щечная мышца («мышца трубочей») <i>m. buccinator</i>	Оттягивание угла рта в сторону и прижатие внутренней стороны щеки к зубам	
	Мышца, опускающая угол рта <i>m. depressor anguli oris</i>	Оттягивание угла рта вниз и латерально	
	Мышца, опускающая нижнюю губу <i>m. depressor labii inferioris</i>	Оттягивание нижней губы и кожи подбородка вниз	
	Подбородочная мышца <i>m. mentalis</i>	Поднятие и сморщивание кожи подбородка, подтягивание вверх нижней губы	
Область рта	Мышцы лица, выделяемые не у всех людей		
	Поперечная мышца подбородка <i>m. transversus menti</i> ¹		Принимает участие в опускании угла рта
	Мышца смеха <i>m. risorius</i> ²		Оттягивание угла рта в латеральном направлении
	Наружные ушные мышцы		
	Передняя ушная мышца <i>m. auricularis anterior</i>		Активируются при широкой улыбке и зевании
	Верхняя ушная мышца <i>m. auricularis superior</i>		
	Задняя ушная мышца <i>m. auricularis posterior</i>		
	Шейная часть мышечной системы		
	Подкожная мышца шеи Платизма <i>m. platysma</i>	Медиальный пучок <i>pars medialis</i>	Принимает участие в опускании нижней челюсти, открывании рта
		Латеральный пучок <i>pars lateralis</i>	Принимает участие в опускании кончика рта и нижней губы
Двубрюшная мышца <i>m. digastricus</i>	Переднее брюшко <i>venter anterior</i>	Принимает участие в опускании нижней челюсти, растягивание рта	
	Заднее брюшко <i>venter posterior</i>		

Есть окончание
Continued

Окончание таблицы 1
Table 1 Continued

Область рта	Жевательные мышцы		
	Жевательная мышца <i>m. masseter</i>	Поверхностная часть <i>pars superficialis</i>	Поднимает нижнюю челюсть, при опускании нижней челюсти ³ расслаблена, может участвовать в растягивании рта
		Глубокая часть <i>pars profunda</i>	
	Латеральная крыловидная мышца <i>m. pterygoideus lateralis</i>	Верхняя головка <i>caput superius</i>	Смещение нижней челюсти кпереди и в стороны, при опускании нижней челюсти ³ расслаблена, может участвовать в растягивании рта
		Нижняя головка <i>caput inferius</i>	
	Медиальная крыловидная мышца <i>m. pterygoideus medialis</i>	Глубокая головка <i>caput profundum</i>	Поднимание нижней челюсти и смещение ее в стороны, при опускании нижней челюсти ³ расслаблена, может участвовать в растягивании рта
		Поверхностная головка <i>caput superficiale</i>	

Благодарности

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда, грант № 24-18-00457.

Библиография

Амеросьев А.П., Амеросьева С.П., Гусева Е.А. Пластическая анатомия: учебное пособие. Минск: Вышэйшая школа. 2015.

Джозеф К. Анатомия: С иллюстрациями из классической «Анатомии Грея». М.: Азбука-Аттикус. 2023.

Морозов И.А., Бутовская М.Л. Семантика высунутого языка: универсалии и кросс-культурные различия // Человек в прошлом и настоящем: поведение и морфология. Материалы IV Летней школы «Поведение человека в прошлом и настоящем». М.: ИЭА РАН, 2008. С. 65-112.

Никитюк Д.Б. Международная анатомическая терминология. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2024.

Привес М.Г., Лысенков Н. К., Бушкович В. И. Анатомия человека (12-е изд.). СПб.: СПбМАПО. 2006.

Савельев С.В., Незашиева М.А. Практикум по анатомии мозга человека: Учебное пособие для студентов. М.: ВЕДИ. 2001.

Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека (7-е изд.). Т. 1. М.: Новая волна. 2009.

Информация об авторах

Ростовцева Виктория Викторовна, к.б.н.; ORCID: 0000-0002-1846-9865; victoria.v.rostovtseva@gmail.com

Бутовская Марина Львовна, член-корр. РАН, д.и.н.; профессор, ORCID ID: 0000-0002-5528-0519; marina.butovskaya@gmail.com.

Поступила в редакцию 07.10.2024,
принята к публикации 23.10.2024

Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L.,

*Institute of Ethology and Anthropology, Russian Academy of Science,
Leninsky pr-t, 32A, Moscow, 119334, Russia*

MODERN VIEWS ON THE EVOLUTION OF EMOTIONAL EXPRESSIONS AND THE ROLE OF ANATOMICAL FACIAL STRUCTURES IN THIS PROCESS

Introduction. *The study of emotional facial expressions is currently gaining momentum, attracting researchers from diverse scientific disciplines. We suppose that this surge in interest can be attributed, in part, to the rapid advancement of digital technologies, particularly artificial neural networks, which are increasingly capable of recognizing and encoding facial expressions. The power of these technologies to analyze faces and emotional states is widely discussed in the media and popular culture, prompting scientists to approach the topic with both responsibility and maximum caution in judgements.*

Results. Important to mention immediately, that in the modern literature on the anatomy of facial expression, there is no consensus on the number and composition of muscles involved in the expression of emotions on the human face. Different authors indicate a different number of muscles involved in emotional facial expressions. Such discrepancies may cause significant confusion, especially for researchers who are not specialists in human anatomy. This article presents an analytical review based on anatomical sources and the Facial Action Coding System (FACS), a leading anatomically validated technique for recognizing and classifying facial expressions. Alongside the anatomy of the muscular system, we explore the characteristics of the related neural structures. To provide readers with a comprehensive understanding of facial communication, we delve into the history of its study and present an evolutionary journey tracing the development of the human face, the emergence, and evolution of facial expressions in phylogeny.

Conclusion. Facial expressions of emotion are the result of a long evolutionary process, closely interrelated with the development of the nervous system and social organization. Based on the most comprehensive data, the muscular system underlying human emotional expressions is more complex than typically suggested in anatomical classifications. Overall, it comprises 26 paired and one single muscle, many of which are further subdivided into smaller parts with distinct expressive functions. We believe that this article will help to systematize modern data on the anatomy of human facial expressions.

Keywords: human facial expressions; mimetic muscles; facial muscles; evolution of facial expressions; anatomy of facial expressions

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-1-12

References

- Amvrosyev A.P., Amvrosyeva S.P., Guseva E.A. *Plastic anatomy: a tutorial*. Minsk, Vyshejschaya Shkola Publ., 2015. 107 p. (In Russ).
- Dzhozef K. *Anatomy: featuring illustrations from the classic Gray's Anatomy*. Moscow, Azbuka-Attikus Publ., 2023. 312 p. (In Russ).
- Morozov I.A., Butovskaya M.L. Semantics of the tongue protruding: Universals and cross-cultural differences. In *Man in the past and present: behavior and morphology. Proceedings of the IV Summer School "Human Behavior in the Past and Present"*. Moscow, IEA RAN Publ., 2008, pp. 65-112. (In Russ).
- Nikityuk D.B. *Terminologia Anatomica*. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2024. 488 p. (In Russ).
- Prives M.G., Lysenkov N.K., Bushkovich V.I. *Human anatomy (12-th ed.)*. St. Petersburg, SPbMAPO Publ., 2006. 720 p. (In Russ).
- Savelyev S.V., Negasheva M.A. *Practical course on human brain anatomy: A textbook for students*. Moscow, VEDI Publ., 2001. 192 p. (In Russ).
- Sinelnikov R.D., Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. *Atlas of human anatomy (7th ed.)*. Moscow, Novaya Volna Publ., 2009. 344 p. (In Russ).
- Bell C. *Essays on the Anatomy of Expression in Painting*. London: Printed for Longman, Hurst, Rees, and Orme, 1806. 188 p.
- Bell C. *The Anatomy and Philosophy of Expression as Connected with the Fine Arts*. London, 1844. 175 p.
- Berzin F., Fortinguerra C.R.H. EMG Study of the anterior, superior and posterior auricular muscles in man. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 1993, 175 (2), pp. 195-197.
- Burrows A.M., Smith T.D. Muscles of facial expression in Otolémur, with a comparison to Lemuroidea. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 2003, 274 (1), pp. 827-836.
- Burrows A.M., Diogo R., Waller B.M., Bonar C.J., Liebal K. Evolution of the muscles of facial expression in a monogamous ape: Evaluating the relative influences of ecological and phylogenetic factors in hylobatids. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 2011, 294 (4), pp. 645-663.
- Burrows A.M., Parr L.A., Durham E.L., Matthews L.C., Smith T.D. Human faces are slower than chimpanzee faces. *PLoS One*, 2014, 9 (10), e110523.
- Burrows A.M., Waller B.M., Parr L.A., Bonar C.J. Muscles of facial expression in the chimpanzee (*Pan troglodytes*): Descriptive, comparative and phylogenetic contexts. *Journal of Anatomy*, 2006, 208 (2), pp. 153-167.
- Correia-Caeiro C., Holmes K., Miyabe-Nishiwaki T. Extending the MaqFACS to measure facial movement in Japanese macaques (*Macaca fuscata*) reveals a wide repertoire potential. *PLoS One*, 2021, 16 (1), e0245117.
- Darwin C.R. *The Expression of the Emotions in Man and Animals*. London, John Murray, 1872. 374 p.
- Diogo R., Wood B.A., Aziz M.A., Burrows A. On the origin, homologies and evolution of primate facial muscles, with a particular focus on hominoids and a suggested unifying nomenclature for the facial muscles of the mammalia. *Journal of Anatomy*, 2009, 215 (3), pp. 300-319.
- Dobson S.D., Sherwood C.C. Correlated evolution of brain regions involved in producing and processing facial expressions in anthropoid primates. *Biology Letters*, 2011, 7 (1), pp. 86-88.
- Duchenne G.B. *The Mechanism of Human Facial Expression*. Cambridge, NY, Melbourne, Cambridge University Press, 1990. 285 p.
- Edery R. Detecting deception as a probable healing tool for clients: A review of Dr. Paul Ekman. *EC Psychology and Psychiatry*, 2019, 8, pp. 212-217.
- Ekman P. *The Face of Man: Expressions of Universal Emotions in a New Guinea Village*. NY, Garland STPM Press, 1980. 143 p.

- Ekman P. Lie catching and microexpressions. In C. Martin (Ed.), *The Philosophy of Deception*. NY: Oxford University Press, 2009, pp. 118-135.
- Ekman P. *Emotion in the Human Face*. Los Altos, Malor Books, 2015. 456 p.
- Ekman P., Friesen W. V. Nonverbal leakage and clues to deception. *Psychiatry*, 1969, 32 (1), pp. 88-106.
- Ekman P., Friesen W. V. *Manual for the Facial Action Code*. Palo Alto, CA, Consulting Psychologist Press, 1978. 233 p.
- Ekman P., Friesen W.V. *Unmasking the Face: A Guide to Recognizing Emotions From Facial Expressions*. Los Altos, Malor Books, 2003. 212 p.
- Ekman P., Rosenberg, E. L. (Eds.) *What the Face Reveals: Basic and Applied Studies of Spontaneous Expression Using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford, Oxford University Press, 2005. 662 p.
- Ekman P., Friesen W.V., Hager J.C. *Facial Action Coding System. The Manual*. Salt Lake City, USA, Research Nexus Division of Network Research Corporation, 2002. 109 p.
- Florkiewicz B.N., Oña L.S., Oña L., Campbell M.W. Primate socio-ecology shapes the evolution of distinctive facial repertoires. *Journal of Comparative Psychology*, 2024, 138 (1), pp. 32-44.
- Gans C., Northcutt R.G. Neural crest and the origin of vertebrates: A new head. *Science*, 1983, 220 (4594), pp. 268-273.
- Gray F.R.S. *Anatomy: Descriptive and Surgical*. London, J.W. Parker and Son, 1858. 752 p.
- Gregory W.K. *Our Face from Fish to Man*. NY, London: G.P. Brothers, The Knickerbocker Press, 1929. 295 p.
- Hochreiter J., Hoche E., Janik L., Volk G.F., Leistriz L., et al. Machine-learning-based detecting of eyelid closure and smiling using surface electromyography of auricular muscles in patients with postparalytic facial synkinesis: A feasibility study. *Diagnostics*, 2023, 13 (3), pp. 554.
- Höfling T.T.A., Gerdes A.B., Föhl U., Alpers G.W. Read my face: Automatic facial coding versus psychophysiological indicators of emotional valence and arousal. *Frontiers in Psychology*, 2020, 11, 1388.
- Kavanagh E., Kimock C., Whitehouse J., Micheletta J., Waller B.M. Revisiting Darwin's comparisons between human and non-human primate facial signals. *Evolutionary Human Sciences*, 2022, 4, e27.
- Kuratani S., Ueki T., Aizawa S., Hirano S. Peripheral development of cranial nerves in a cyclostome, *Lampetra japonica*: Morphological distribution of nerve branches and the vertebrate body plan. *Journal of Comparative Neurology*, 1997, 384 (4), pp. 483-500.
- Langkilde T., Shine R., Mason R.T. Predatory attacks to the head vs. body modify behavioral responses of garter snakes. *Ethology*, 2004, 110 (12), pp. 937-947.
- Langkilde T., Shine R. How do water skinks avoid shelters already occupied by other lizards?. *Behaviour*, 2005, 142 (2), pp. 203-216.
- Luisi B., Micheletta J., Julle-Danière E., Catinaud J., Maréchal L. Monkeying around: non-human primate behavioural responses to humans reproducing their facial expressions. *Applied Animal Behaviour Science*, 2023, 265, 105990.
- Netter F.H., Craig J.A., Perkins J., Hansen J.T., Koepfen B.M. *Atlas of Neuroanatomy and Neurophysiology. Selections from the Netter Collection of Medical Illustrations*. Teterboro, Icon Custom Communications, 2002. 98 p.
- Palastanga N., Soames R. *Anatomy and Human Movement. Structure and Function (6th Ed.)*. London, Elsevier, 2012. 635 p.
- Ray L., Medeiros D. Linking vertebrate gene duplications to the new head hypothesis. *Biology*, 2023, 12 (9), 1213.
- Sherwood C.C. Comparative anatomy of the facial motor nucleus in mammals, with an analysis of neuron numbers in primates. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 2005, 287 (1), pp. 1067-1079.
- Sinnatamby C.S. *Last's Anatomy. Regional and Applied*. London: Elsevier, 2011. 560 p.
- Sun W., Ma H., Song T. The underappreciated role of the platysma muscle in the perioral expressions in young adults. *Aesthetic Surgery Journal*, 2023, 43 (2), pp. 195-201.
- Tarnowski P., Kołodziej M., Majkowski A., Rak R.J. Eye-tracking analysis for emotion recognition. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020, 2020(1), 2909267.
- Uemura-Sumi M., Manabe Y., Matsushima R., Mizuno N. Correlation of the main peripheral branches of the facial nerve with the cytoarchitectonic subdivisions of the facial nucleus in the guinea pig. *Anatomy and Embryology*, 1986, 174, pp. 161-166.
- Van Hooff J. Facial expressions in higher primates. *Symposia of the Zoological Society of London*, 1962, 8, pp. 97.
- Van Hooff J. The facial displays of Catarrhine monkeys and apes. In D. Morris (Ed.), *Primate Ethology*. Chicago, Aldine, 1967, pp. 7-68.
- Waller B.M., Kavanagh E., Micheletta J., Clark P.R., Whitehouse J. The face is central to primate multicomponent signals. *International Journal of Primatology*, 2024, 45 (3), pp. 526-542.
- Wilkins A.S. *Making Faces*. Cambridge, Massachusetts, London, The Belknap Press of Harvard University Press, 2017. 482 p.
- Yitzhak N., Pertzov Y., Aviezer H. The elusive link between eye-movement patterns and facial expression recognition. *Social and Personality Psychology Compass*, 2021, 15 (7), e12621.
- Ziermann J.M., Diogo R., Noden D.M. Neural crest and the patterning of vertebrate craniofacial muscles. *Genesis*, 2018, 56 (6-7), e23097.

Information about the authors

Rostovtseva Victoria V., PhD in Biology; ORCID: 0000-0002-1846-9865; victoria.v.rostovtseva@gmail.com
 Butovskaya Marina L., DSci., professor; ORCID ID: 0000-0002-5528-0519; marina.butovskaya@gmail.com
 © 2025. This work is licensed under a CC BY 4.0 license