

**Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН**

Закирьянова Гузалия Фаритовна

Специальность: 03.03.01

Физиология

Реферат на тему  
«История физиологии человека и животных. Развитие Казанской  
физиологической школы».

Специалист, проверивший работу  
д.ф.н., профессор

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_ (Курашов В.И.)

Казань, 2018

## Содержание

Введение .....	3
1. Страницы мировой истории развития физиологии.....	4
2. Казанская физиологическая школа.....	13
Список ссылок и использованной литературы.....	18

## **Введение**

**Физиология (от греч. *physis* — природа, *logos* — учение)** — наука, о процессах жизнедеятельности целостного организма, их отдельных систем, органов, тканей и клеток и механизмах регуляции для оптимального приспособления к меняющимся условиям окружающей среды.

Изучение физиологии - это, в некотором смысле, изучение жизни. Он задает вопросы о внутренней работе организмов и о том, как они взаимодействуют с окружающим миром.

Физиология проверяет, как работают органы и системы в организме, как они общаются и как они объединяют свои усилия, чтобы создать благоприятные условия для выживания.

Слово физиология впервые использовалась греками около 600 лет до н.э., чтобы описать философское исследование природы вещей. Употребление этого термина относительно связи с жизнедеятельностью здорового человека началось в 16 веке. В 18 веке к исследованию касательно физиологии всех живых организмов стимулировали медицинская необходимость, экономические интересы и, конечно же, любопытство. Открытие единства структуры и функций для всех живых существ, привели к разработке концепции общей физиологии, в которой исследования направлены на поиски общих принципов и концепций, применимые ко всем живым существам. Поэтому, начиная с середины XIX века, слово физиология подразумевает использование экспериментальных методов, а также техники и концепции физических наук, изучение причин и механизмов деятельности всех живых существ.

### 3. Страницы мировой истории развития физиологии

Философская естественная история у греков, которая включала физиологию, имела мало общего с современной физиологией. Однако многие идеи, важные для развития физиологии, были сформулированы в книгах Гиппократовой медицинской школы (350 г. до н.э.), особенно о гуморальной теории болезни, представленной философом Немесием в трактате «*De natura hominis*». Также существенный вклад внесли Аристотель и Гален. Аристотель (384-322 до н. э.), вскрывая трупы животных, описал их внутренние органы, сухожилия, нервы, кости и хрящи (Агаджанян, 2001). И он предположил, что каждая часть тела сформирована с определенной целью. Далее Клавдий Гален (ок. 130 - ок. 201) впервые начал читать курс анатомии человека, сопровождая вскрытием трупов животных, главным образом обезьян. Вскрытие человеческих трупов в то время было запрещено. Поэтому результаты своих исследований на животных он теоретически переносил на человека. Обладая энциклопедическими знаниями, он описал 7 пар (из 12) черепных нервов, соединительную ткань, нервы, мышц, кровеносные сосуды печени, почек и других внутренних органов, надкостницу, связки. Он обладал большим авторитетом в области физиологии и медицины. По его книгам учились медицине на протяжении почти 13 веков. Однако, некоторые концепции и телеология Аристотеля привели Галена к непониманию движения крови. Его ошибка была исправлена только в 17 веке Уильямом Гарвеем (1578-1657). После многочисленных исследований Гарвей издал книгу "Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных" (1628), где привел доказательство движения крови по сосудам большого круга кровообращения, а также отметил наличие мелких сосудов (капилляров) между артериями и венами.

В конце 18-го века Антуан Лавуазье писал о физиологических проблемах дыхания и производства тепла животными в серии работ, которые все еще служат основой для понимания этих вопросов. Эти сосуды были открыты позже, в 1661 г., основателем микроскопической анатомии М.

Мальпиги. Одновременно с открытием У. Гарвея вышел в свет труд Каспаро Азелли (1591-1626), в котором он сделал анатомическое описание лимфатических сосудов брыжейки тонкой кишки.

Зарождение учения о «животном электричестве», т.е. об биоэлектрических явлениях, возникающих в живых тканях, относится ко второй половине XVIII века (Мухина, 2007). Попытка последовательной разработки учения о «животном электричестве» сделана Л. Гальвани в его известном «Трактате о силах электричества при движении» (1791). Занимаясь изучением физиологического влияния разрядов электрической машины, а также атмосферного электричества во время грозных разрядов, Гальвани в своих опытах использовал препарат задних лапок лягушки, соединенных с позвоночником. Подвешивая этот препарат не медной крючке к железным перилам балкона, он обратил внимание, что когда лапки лягушки раскачивались ветром, то их мышцы сокращались при каждом прикосновении к перилам. На основании этого Гальвани пришел к выводу, что подергивания лапок были вызваны «животным электричеством», зарождающимся в спинном мозгу лягушки и передаваемым по металлическим проводникам (крючку и перилам балкона) к мышцам лапки.

Опыты Гальвани повторил А. Вольта (1792) и установил, что описанные Гальвани явления нельзя считать обусловленными «животным электричеством»; в опытах Гальвани источником тока был не спинной мозг лягушки, а цепь, образованная из разнородных металлов — меди и железа.

В ответ на возражения Вольта Гальвани произвел новый опыт, уже без участия металлов. Он показал, что если с задних конечностей лягушки удалить кожу, затем перерезать седалищный нерв у места выхода его корешков из спинного мозга и отпрепарировать нерв вдоль бедра до голени, то при набрасывании нерва на обнаженные мышцы голени они сокращаются. О. Дюбуа-Реймон назвал этот опыт «истинным основным опытом нервно-мышечной физиологии».

С изобретением в 20-х годах XIX столетия гальванометра (мультипликатора) и других электроизмерительных приборов физиологи получили возможность точно измерять электрические токи, возникающие в живых тканях, посредством специальных физических приборов.

В XVIII—XIX вв. особенно значительный вклад в области анатомии и физиологии был внесен рядом российских ученых.

М. В. Ломоносов (1711—1765) открыл закон сохранения материи и энергии, высказал мысль об образовании тепла в самом организме, сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения, дал первую классификацию вкусовых ощущений (Агаджанян, 2001). Ученик М. В. Ломоносова А. П. Протасов (1724—1796) — автор многих работ по изучению телосложения человека, строения и функций желудка.

Физиология как особая дисциплина, использующая химические, физические и анатомические методы, начала развиваться в 19 веке. Н. И. Пирогов (1810—1881) стал основателем топографической анатомии. Он занимал место основоположника хирургии, также как Менделеев в химии, Сеченов и Павлов (о которых будет сказано позже) в истории физиологии. Он разработал метод изучения тела человека на распилах замороженных трупов, изучал и описал фасции, их соотношение с кровеносными сосудами, придавая им большое практическое значение. Функциональную анатомию основал анатом П. Ф. Лесгафт (1837—1909). Он был основателем современной системы физического воспитания и медико-педагогического контроля в физической культуре, одним из основателей теоретической анатомии. П. Ф. Лесгафт один из первых применил метод рентгенографии для анатомических исследований, экспериментальный метод на животных и методы математического анализа.

Также стоит отметить вклад Клода Бернарда в развитие физиологии, известный главным образом своими открытиями относительно роли поджелудочной железы в пищеварении, гликогенной функции печени и регулирование кровоснабжения вазомоторными нервами. За вклад в изучение

процессов внутренней секреции Бернарда справедливо считают основоположником эндокринологии. Концепция физиологической регуляции внутренней среды Бернарда оказала глубокое влияние на последующие поколения физиологов во Франции, России, Италии, Англии и Соединенных Штатах.

Интересы Мюллера лежали в области анатомии и зоологии, тогда как Бернард интересовался химическим и медицинским аспектами, но оба искали широкую биологическую точку зрения в физиологии, а не одну, ограниченную человеческими функциями. Хотя Мюллер не проводил много экспериментов, его учебник «*Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen*» (1837) и его личное влияние определяли ход развития биологии в Германии в XIX веке.

Рассматривая историю развития физиологии, было сказано, что если Мюллер предоставил энтузиазм, а Бернард идеи для современной физиологии, то Карл Людвиг предоставил методы. Во время своих медицинских исследований в Университете Марбурга в Германии Людвиг применил новые идеи и методы физических наук к физиологии. В 1847 году он изобрел кимограф, цилиндрический барабан, используемый для записи мышечного движения, изменения кровяного давления и другие физиологические явления. Он также внес значительный вклад в физиологию кровообращения и выделения мочи. В его учебниках по физиологии, опубликованный в двух томах в 1852 и 1856 годах, было впервые подчеркнута физическая, а не анатомическая ориентация в физиологии. В 1869 году в Лейпциге Людвиг основал Физиологический институт (*neue physiologische Anstalt*), который служил образцом для исследовательских институтов в медицинских школах по всему миру.

К XX в. физиология стала зрелой и самостоятельной наукой. В течение столетнего роста физиология способствовала зарождению ряда смежных дисциплин, таких как биохимия, биофизика, общая физиология и молекулярная биология. Однако физиология сохраняет важное место среди

функциональных наук, которые тесно связаны с медициной. Решение основных нерешенных проблем физиологии потребует технических и дорогих исследований группами специализированных исследователей. Неразрешенные проблемы включают в себя разгадку основных явлений жизни. Исследования в области физиологии также направлены на интеграцию разнообразных видов деятельности клеток, тканей и органов на уровне интактного организма. Во многих случаях все это имеет практическое значение в медицине и помогает улучшить понимание, как о людях, так и о других животных.

Новый этап в развитии русской и мировой физиологии начинается работами И.М. Сеченова (1829— 1905 гг). Вполне справедливо, его называют «отцом русской физиологии». Его основные работы в области нейрофизиологии, физико-химии крови, его психофизиологические трактаты и его концепция социокультурной детерминации поведения продолжают влиять на развитие физиологии, психологии, медицины и эпистемологии, в то время как междисциплинарный подход к исследованиям, которые он предложил, нашел широкий резонанс в современной науке (Grigoriev, Grigorian, 2007). Открытие Сеченовым центрального торможения в 1862 году стало выдающимся достижением в нейрофизиологии. Он не только расширил знания о функции нервной системы, но и пролил свет на регулирование жизнедеятельности организмов. В своем классическом трактате «Reflexes of the Cerebrum», который И.П. Павлов описал как “flight of genius», он раскрыл рефлексивный характер сознательной и подсознательной деятельности и показал, что физиологические процессы, которые могут быть изучены объективными методами, определяют психические явления. И.М. Сеченов вошел в историю науки как великий ученый-мыслитель, позволивший себе подвергнуть анализу самую сложную область природы — явления сознания высших отделов головного мозга. Обогатив науку величайшими открытиями, он выдвинул наиболее правильные представления по важнейшим принципиальным вопросам физиологии, создал первую в России



физиологическую школу. Его учениками были Н.Е. Введенский, В.Ф. Вериге, А.Ф. Самойлов.

Идеи, разработанные И.М. Сеченовым, были развиты в трудах И.П. Павлова (1849—1936 гг.) и его многочисленных учеников. Павлов вдохновленный работами Бернарда писал: «Будучи физиологом, я изучал французский язык, чтобы я мог читать прекрасные и бессмертные лекции Клода Бернарда - примеры классического и уникального письма» (Павлов, 1975). Павлов назвал его «истинным вдохновением» в своей жизни, в физиологии (Samoilov, 2007). Работы Бернарда служили ему в качестве основы не только для разработки концепции нейризма, но и для понятия синтетической физиологии. Это область физиологии концентрируется на интегративных функциях тела, поддерживаемые тонким взаимодействием между телом и окружающей средой. Павлов предложил не ограничиваться анализом только физиологических процессов. Вместо этого, включив синтез в изучение функций тела, физиологи приобрели инструмент в физиологии для исследования полного тела, а не отдельных частей организма. Его исследования концентрировались на физиологии кровообращения, пищеварения и высшей нервной деятельности. Действительно, в физиологии кровообращения И.П. Павлов установил несколько новых фактов относительно регуляции сердечных сокращений и тонуса сосудов. Он перестроил физиологию пищеварения на основе хронических экспериментов. Открыв систему взаимодействия органов пищеварения, он поделился этим с медицинскими и физиологическими сообществами. В решении о предоставлении Павлову Нобелевской премии комитет пришел к выводу: «за работу по физиологии пищеварения, которая позволила четко понять жизненно важные аспекты этого вопроса». Однако Иван Петрович совершил подвиг научного героизма, создав новую область физиологии, которой раньше не было. Это физиология высшей нервной деятельности. Именно для этой работы, в 1929 году, он снова был номинирован на Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Но отказ был обусловлен строгим

соблюдением принципа, согласно которому Нобелевскую премию нельзя отдавать дважды одному и тому же ученому в той же области исследований.

Учениками и последователями И.П. Павлова были Л.А. Орбели, П.К. Анохин, Э.А. Асратян, К.М. Быков и многие другие, которые своими фундаментальными трудами способствовали дальнейшему развитию основных положений учения о высшей нервной деятельности (Агаджанян, 2001).

Заслуга Л.А. Орбели в развитии физиологии в стране огромна. Он сделал выдающиеся достижения в физиологии автономной нервной системы, эволюционной физиологии, сенсорной физиологии. Орбели уделял большое внимание научно-организационной деятельности, он был академиком-секретарем Отдела биологических наук Академии наук СССР, президентом Общества физиологов, биохимиков и фармакологов, главным редактором Физиологического журнала СССР и т.д.

Научная деятельность П.К. Анохина началась под руководством И. П. Павлова. Анохин был одним из основателей Института психологии СССР и лаборатории нейрофизиологии обучения (ныне лаборатория нейрофизиологических принципов психологии). Он разработал теорию функциональных систем (ФС), который связывал тонкие нейрофизиологические механизмы и интегральную активность индивидуума (Gantt, 1974). Теория ФС рассматривалась как «методологический мост» между психологией и физиологией.

Э. А. Асратян (1903—1981) — автор ряда фундаментальных работ, в которых развивал основные положения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности. К. М. Быков (1887—1959) основал учение о двусторонней связи коры головного мозга с внутренними органами, о кортико-висцеральной патологии (Агаджанян, 2001). Его ученик В. Н. Черниговский (1907—1981) обогатил науку учением об interoцепции висцеральных органов, регуляции системы крови.

Велика заслуга А. А. Ухтомского (1875—1942) в изучении физиологии центральной нервной системы. Он сформулировал теорию доминанты. Эта теория является одной из самых ранних попыток научного изучения взаимоотношений жизни, ума и поведения человека в частности (Агаджанян, 2001). С другой стороны, одной из главных проблем, проанализированных Ухтомским, является способность предвидения, проявляющаяся в поведении живых существ. Данная работа посвящена проблеме прогнозирования с точки зрения концепции доминирования.

Несомненно, что вклад отечественных физиологов в мировую науку о мозге оригинален и общепризнан, многое сделано и в изучении локализации функций в мозге (В. М. Бехтерев, М. А. Миславский, Ф. В. Овсянников и др.), в разработке методов его изучения.

Бехтерев (1857-1927) разработал теорию условных рефлексов в патологии нервной системы людей и в психиатрии и глубоко изучил структуру и функцию нервной системы (Мухина, 2007). Используя обычные методы, он исследовал влияние внутренних органов на активность мозга и регуляцию внутренних органов головного мозга.

При изучении влияния мозга на внутренние органы первое важное исследование принадлежит В. Я. Данилевскому (1852-1939). Он является одним из первых, кто изучал электрические явления в мозге.

Благодаря развитию электроники, физиология располагает весьма совершенными электроизмерительными приборами, обладающими малой инерционностью (шлейфные осциллографы) и даже практически безынерционными (электронно-лучевые трубки). Необходимая степень усиления биотоков обеспечивается электронными и усилителями переменного и постоянного тока (Мухина, 2007). . Разработаны микрофизиологические приемы исследования, позволяющие отводить потенциалы от одиночных нервных и мышечных клеток и нервных волокон. В этом отношении особое значение имеет использование в качестве объекта исследования гигантских нервных волокон (аксонов) головоногого моллюска

кальмара. Их диаметр достигает 1 мм, что позволяет вводить внутрь волокна тонкие электроды, перфузировать его растворами различного состава, применять меченые ионы для изучения ионной проницаемости возбудимой мембраны.

Изучение ионной проницаемости мембраны гигантских нервных волокон позволило английским физиологам А. Ходжкину, Э. Хаксли и Б. Катцу (1947-52) сформулировать современную мембранно-ионную теорию биоэлектrogenеза (Нобелевская премия, 1963).

## 2. Казанская физиологическая школа

Со времен ее основания и по сей день Казанская физиологическая школа считается одной из самых сильных школ в России. Физиология изучается в университете почти 200 лет. В 1806 году было открыто отделение анатомии, физиологии и судебной медицинской науки (Григорьян, 1978). В начале XIX века были попытки провести экспериментальные исследования по физиологии в университете. Известный казанский астроном И.М. Симонов изучил механизм, обеспечивающий ясность зрения по мере отдаленности от объекта. В начале 1847 г. по инициативе ректора Лобачевского в хирургической клинике, профессора Ф. О. Елачича было проведено клиническое исследование для проверки действия наркотических свойств серного эфира. Начало систематических исследований в области физиологии в Казанском университете связано с именем Ф. В. Овсянникова (Ермолаев, 2002). Он взял на себя руководство отделением физиологии медицинского факультета в 1858 г. Ф.В. Овсянников с ректором А.М. Бутлеровым поддержали создание первой лаборатории экспериментальной физиологии в России, после чего появились и другие лаборатории: гистологическая, фармакологическая, психофизиологическая, биохимическая, экспериментальной патологии. Лаборатория Ф.В. Овсянникова стала центром развития медицинского факультета (Amirov, 2007). Важно отметить, что все работы, выполненные в лаборатории, были посвящены изучению нервной системы и комбинированию гистологических и физиологических методов. Весной 1863 года Ф.В. Овсянников был приглашен в Академию наук в Санкт-Петербург. Однако, именно в Казани Ф.В. Овсянников начал исследование расположения вазомоторного центра в головном мозге. Эта работа получила всемирную известность. Интересно также, что Павлов был аспирантом Овсянникова в Санкт-Петербурге. После ухода Ф.В. Овсянникова эстафету по развитию кафедры принял его студент Н. О. Ковалевский. Именем этого ученого по праву гордятся не только Казанский Университет, но и вся российская физиология.

Профессор Ковалевский около четверти века с большим успехом развивал фундаментальные исследования в физиологии нервной системы, кровообращения, дыхания, химии крови и психофизиология (Зефиоров, 2017). В 60-70-х годах XIX века Н.О. Ковалевский создал первый в России центр физиологии циркуляции в Казанском университете. Его исследования были направлены на изучение сосудистой системы и рефлекса, взаимоотношений между дыханием и кровообращением. Эти вопросы имеют прямое отношение к медицинской практике. В лаборатории Ковалевского было сделано несколько важных открытий. К концу 80-х годов Ковалевский ходатайствует об организации физиологического института и добивается начала его строительства. Институт был открыт 8 сентября 1890 года. В истории русской физиологии Н.О. Ковалевский справедливо стоит рядом с И.М. Сеченовым. После смерти Н.О. Ковалевского должность руководителя занял его ученик Н.А. Миславский – выпускник Казанского университета. В это время физиологическая лаборатория Университета постепенно становится одной из крупнейших научно-исследовательских организаций в России. В лаборатории Н.А. Миславского, В.М. Бехтерев акцентировал внимание на вопросах локализации центров в коре головного мозга. Именно в Казани он начал изучать структурные пути в спинном и головном мозге. В 1886 году Бехтерев организовал психофизиологическую лабораторию нервных и психических заболеваний. Это была первая российская лаборатория, где были проведены первые экспериментальные и клинические исследования касательно психологии. Из лаборатории Н.А. Миславского вышло 37 докторских диссертаций. Авторы этих работ позже стали известными учеными-физиологами: академик К.М. Быков, действительный член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, И.П. Разенков, член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, А.В. Кибяков, член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, А.В. Вишневский, член-корреспондент Академии медицинских наук СССР, профессор С. Зимницкий и многие другие.

Особенностью Казанского университета было то, что там впервые в России проводилось дифференцированное преподавание физиологии на медицинском и физико-математическом факультете естественного отделения. В 1876 году по инициативе профессора Н.О. Ковалевского было открыто второе отделение физиологии. Первым заведующим отдела был назначен ученик И.М. Сеченова - К.В. Ворошилов, известный своими исследованиями о питательных свойствах мяса и гороха, а также по изучению путей в спинном мозге. Ворошилов был занят преподавательской и административной деятельностью. В 1889-1899 гг. он исполнял обязанности ректора Казанского Императорского Университета. Начало XX века для Казанской школы физиологии связано с именем А. Ф. Самойлова (1903-1930), который создал новое направление электрофизиологических исследований. Он основал техническую электрофизиологическую лабораторию. В 1906 года в Голландии Самойлов купил струнный гальванометр у профессора В. Эйнтховена, с помощью которого впервые в России было зарегистрирована первая электрокардиограмма сначала здорового, а затем больного человека. Разнообразные действия казанской физиологической школы проявились в организации новых клинических и научно-исследовательских лабораторий и институтов. А. Ф. Самойлов известен в установлении химической передачи нервных импульсов в мышце. Это открытие положило начало одному из ведущих областей исследования казанских физиологов - физиологии нейротрансмиттеров и синаптических процессов. За выдающиеся научные достижения А. Ф. Самойлов был удостоен Ленинской премии в 1930 году и получил звание Заслуженного деятеля науки. Со времен А. Ф. Самойлова на протяжении столетия казанские физиологи подробно изучают вопросы химической передачи возбуждения в нервной системе. Непосредственные ученики: член-корреспондент Академии Медицинских наук СССР А.В. Кибяков - профессор И.Н. Волкова, Г.И. Полетаев, Л.Н. Зефилов, Х.С. Хамитов.

В 60-е годы XX века, профессор Г.И. Полетаев ввел микроэлектродный метод в физиологический эксперимент, тем самым положив начало новому этапу работы. Студенты профессора Полетаева являются профессорами Казанского медицинского университета: А.Л.Зефирова, Е.Е. Никольский, Е.М. Волков, Р.А. Гиниатуллин – они создали современную школу синаптологии, которая занимает одну из ведущих позиций в России и признан за рубежом. Они проводят совместные исследования в области физиологии с Италией, Францией, США и др. Казанская школа синаптологии дважды получила звание «Ведущие научные школы России». На кафедре физиологии человека и животных Казанского университета по-прежнему изучаются механизмы нервной системы, роль медиаторов в процессе переноса возбуждения в центральных и периферийных структурах, развивается клиническая и психофизиологические исследовательские области.

Под руководством Д.С. Воронцовой (1930-1935 гг.) было проведено исследование изменения возбудимости нервно-мышечной системы и проблемы истощения, были начаты исследования в области эволюционной, сравнительной физиологии и физиологии труда .

И.Г. Валидов, заслуженный деятель науки ТАССР (1948-1965), сыграл важную роль в развитии проблем нервно-мышечной физиологии. Он описал механизмы посттетанического потенцирования мышечного сокращения и открыл роль кальция в синаптической передаче нервно-мышечного соединения лягушки.

В 50-х годах XX века на кафедре были проведены исследования по эффектам функционального состояния центральной нервной системы на состояние нервно-мышечного препарата. Л.Н. Зефиров (1965-1991) внес большой вклад в развитие кафедры, энергично занявшись его реструктуризацией, созданием материальной базы. Он оживил исследования в области физиологии труда, он расширил специальные обучения студентов в области психофизиологии труда и эргономики, экспериментальной и клинической электрофизиологии. В 70-е годы была создана



психофизиологическая лаборатория, в которой исследовались психофизиология речи и памяти, психофизиология рабочих процессов и тренингов.

В.И. Алатырев (1991-1996) разработал экспериментальные и клинические исследования по управлению движением и болью. С 1996 года под руководством И.Н. Плещинского изучались механизмы функционирования двигательных центров животных и человека в норме и патологии; организация двигательной активности.

Активная научная работа нового поколения представителей казанской школы физиология высоко оценена, они являются победителями престижных национальных и международных наград. На казанских физиологах лежит большая ответственность за продолжение великой традиции ученых старой школы, для поддержания приоритетных направлений, их творческого развития с использованием современных методологических подходов.

## Список ссылок и использованной литературы

1. Агаджанян Н.А. Основы физиологии человека: Учебник для студентов вузов, обучающихся по медицинским и биологическим специальностям. 2-е издание: РУДН, 2001.- 408с.
2. Григорьян Н. А. Казанская физиологическая школа. Наука, 1978.-252.
3. Ермолаев И.П. Очерки истории Казанского университета. Казанский гос. университет, 2002.-373
4. Зефирова А.Л. Достижения Казанской физиологической школы за последние 100 лет. Специальный выпуск журнала «Вестник РФФИ» № 1. 2017. 174-188
5. Мухина И.В. Физиология и биофизика возбудимых систем. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Хранение и обработка информации в биологических системах». Нижний Новгород, 2007, 105 с.
6. Amirov N.Kh, Bogdanov E.I., Guryleva M.E., Zefirov A.L., Ismagilov M.F., Mukhamedzyanov R.Z., Sozinov A.S. The History of Kazan Neurological School. 2007. Journal of the History of the Neurosciences. 16(1-2):110-112
7. Gantt W.H. In memoriam: Pyotr Kuzmich Anokhin. 1974. Pavlov J Biol Sci. 9(3):185-6.
8. Grigoriev A.I., Grigorian N.A. I.m. Sechenov: the patriarch of Russian physiology. 2007. J Hist Neurosci. 16(1-2):19-29.
9. Natochin Iu.V. School of the school of Leon Abgarovich Orbeli. 2007. Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova. 93(7):719-34.
- 10.Samoilov V.O. Ivan Petrovich Pavlov (1849–1936). J Hist Neurosci. 2007. 16(1-2):74-89.
- 11.<https://www.britannica.com>