

ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

международный научный журнал



Чернівецький національний університет імені
Юрія Федьковича

ISSN 2410-7352

ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Международный научный журнал

№1 (11) / 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Члены редакционной коллегии:

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Сараева Надежда Михайловна, *доктор психологических наук*

Авдеюк Оксана Алексеевна, *кандидат технических наук*

Данилов Олег Евгеньевич, *кандидат педагогических наук*

Жуйкова Тамара Павловна, *кандидат педагогических наук*

Игнатовна Мария Александровна, *кандидат искусствоведения*

Кузьмина Виолетта Михайловна, *кандидат исторических наук,*

кандидат психологических наук

Макеева Ирина Александровна, *кандидат педагогических наук*

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственный редактор: Осянина Екатерина Игоревна

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 10.02.2018. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»,

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Международный редакционный совет:

- Айрян Заруи Геворковна, *кандидат филологических наук, доцент (Армения)*
Арошидзе Паата Леонидович, *доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)*
Атаев Загир Вагитович, *кандидат географических наук, профессор (Россия)*
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, *кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)*
Бидова Бэла Бертовна, *доктор юридических наук, доцент (Россия)*
Борисов Вячеслав Викторович, *доктор педагогических наук, профессор (Украина)*
Велковска Гена Цветкова, *доктор экономических наук, доцент (Болгария)*
Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*
Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*
Данилов Александр Максимович, *доктор технических наук, профессор (Россия)*
Демидов Алексей Александрович, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, *доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)*
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, *доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)*
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, *доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)*
Игисинов Нурбек Сагинбекович, *доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)*
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, *кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)*
Кайгородов Иван Борисович, *кандидат физико-математических наук (Бразилия)*
Каленский Александр Васильевич, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Козырева Ольга Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Россия)*
Колпак Евгений Петрович, *доктор физико-математических наук, профессор (Россия)*
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, *доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)*
Курпаяниди Константин Иванович, *доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)*
Куташов Вячеслав Анатольевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Кыят Эмине Лейла, *доктор экономических наук (Турция)*
Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*
Малес Людмила Владимировна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Нагервадзе Марина Алиевна, *доктор биологических наук, профессор (Грузия)*
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, *кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)*
Прокопьев Николай Яковлевич, *доктор медицинских наук, профессор (Россия)*
Прокофьева Марина Анатольевна, *кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)*
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, *доктор философских наук, профессор (Россия)*
Ребезов Максим Борисович, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)*
Сорока Юлия Георгиевна, *доктор социологических наук, доцент (Украина)*
Узаков Гулом Норбоевич, *доктор технических наук, доцент (Узбекистан)*
Федорова Мария Сергеевна, *кандидат архитектуры (Россия)*
Хоналиев Назарали Хоналиевич, *доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)*
Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*
Шарипов Аскар Калиевич, *доктор экономических наук, доцент (Казахстан)*
Шуклина Зинаида Николаевна, *доктор экономических наук (Россия)*

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Прокопьев Н.Я.

Выдающиеся анатомы и их вклад в мировую науку.

Часть 13..... 1

Прокопьев Н.Я.

Выдающиеся анатомы и их вклад в мировую науку.

Часть 14..... 17

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Сухан И.В., Кравченко Г.Г., Иванисова О.В.

**Построение формальной арифметики в рамках изучения
аксиоматических теорий в вузе**

32

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Выдающиеся анатомы и их вклад в мировую науку. Часть 13

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор
Тюменский государственный университет

В статье представлены некоторые краткие биографические сведения о наиболее выдающихся анатомах, внесших значительный вклад в учение о человеке.

Ключевые слова: анатомы мира, вклад в науку

Prominent anatomists and their contribution to world science. Deel 13.

Here are some brief biographical information about the most outstanding anatomists have made a significant contribution to the study of man.

Keywords: Anatomists world contribution to science

Бывают моменты, когда для освещения и понимания настоящего полезно перевернуть несколько забытых страниц истории медицины, а может быть, и не столько забытых, сколько для многих неизвестных.

Николай Нилович Бурденко

На страницах журнала «Педагогика высшей школы» (2015–2017 г.) нами проводится серия публикаций о жизни, творческой и научной деятельности ряда выдающихся анатомов мира, внесших вклад в учение о человеке. Подчеркнем, что мы не преследовали цель дать описание всех исследователей, занимавшихся изучением анатомии и морфологии человека. Это практически

невозможно, ибо сведения в доступных нам источниках часто противоречивы, а нередко и фальсифицированы. Но, тем не менее, мы взяли на себя нелегкий труд пусть кратко, но показать некоторые этапы становления анатомии человека как науки. При сборе информации об авторе мы стремились максимально близко подходить к тексту оригинала, поэтому выделяли в биографиях выдающихся личностей наиболее значимые и существенные достижения в их научной и творческой деятельности.

САЙМИНГТОН Джонсон (Symington Johnson, 8 сентября 1851—24 февраля 1924) — ирландский анатом.

В 1877 году окончил медицинский факультет в Эдинбурге. Работал демонстратором по анатомии у В. Турнера. С 1879 года — преподаватель анатомии в медицинской школе. В 1893 году был избран профессором анатомии в Белфасте.

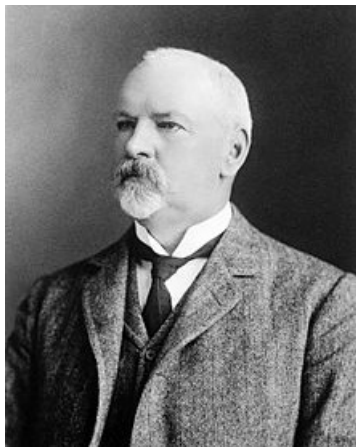


Рис. 1. Саймингтон Джонсон

Известен работами по топографической анатомии органов человеческого тела, а также по анатомии ребенка.

Его именем названо Саймингтона тельце (синоним: анококцигеальное тельце) — фиброзно-мышечное образование, расположенное в области промежности между копчиком и заднепроходным отверстием.

САНДИФОРТ Эдуард (Eduard Sandifort; 14 ноября 1742—12 февраля 1814) — голландский врач и анатом.

Учился у знаменитого немецкого врача профессора Бернарда Зигфрида Альбинуса (Bernhard Siegfried Albinus; 1697—1770); был профессором медицины в Гааге; а после смерти братьев Альбинусов занимал кафедру медицины,



Рис. 2. Сандифорт Эдуард

анатомии и хирургии в университете в Лейдене. Кроме голландского владел немецким, шведским и итальянским языками.

Особое значение Сандифорт придавал иллюстрациям в нормальной и патологической анатомии, а его «Museum» по своим рисункам оставался одним из лучших изданий в этом роде.

САППЕЙ Мари Филиберт (Sappey Marie Philibert Constant; 1810–15 марта 1896) — французский анатом, доктор медицины, с 1868 года профессор анатомии в Париже.



Рис. 3. Саппей Мари Филиберт

В 1843 году стал доктором медицины. Занимался изучением кровеносных и лимфатических сосудов. Автор монографий «Анатомия, физиология и патология лимфатических сосудов» (1874), «Описание и иконография лимфатических сосудов» (1885), известного «Руководства по описательной анатомии» в трех томах (1867).

Его именем были названы:

Саппевы волокна — гладкие мышечные волокна, встречающиеся среди поперечнополосатых мышц глазного яблока.

Вены Саппея [1] (около пупочные вены, *venae paraumbilicalis*) — вены собирают кровь от околопупочной области передней стенки живота.

Вены Саппея [2] (прободающие вены, *venae perforantes*) — вены, вливающиеся в глубокую бедренную вену; собирают кровь от задней поверхности мышц бедра.

Мышца Саппея — гладкие мышечные волокна, расположенные под кожей соска и околососкового кружка молочной железы. Сокращение волокон этой мышцы вызывает эрекцию грудного соска.

Нерв Саппея (челюстно-подъязычный нерв, *nervus mylohyoideus*) — тонкая двигательная нервная ветвь, отходящая от нижнего луночкового нерва (ветви нижнечелюстного нерва), иннервирует челюстно-подъязычную мышцу и переднее брюшко двубрюшной мышцы.

Связка Саппея — задняя уплотнённая часть капсулы нижнечелюстного сустава.

СВАММЕРДАМ Ян (Jan Swammerdam, 12 февраля 1637–17 февраля 1680) — голландский врач, анатом.



Рис. 4. Сваммердам Ян

Будучи студентом медицинского факультета Лейденского университета, впервые описал лимфатические капилляры, клапаны лимфатических сосудов, эритроциты, яйцеклетки, объяснил механизм образования грыж и эрекции. В 1663 году окончил Лейденский университет. В диссертации «О дыхании животных» (1667) описал морфологию не дышавшего лёгкого.

Разработал новую методику препарирования и предложил ряд инструментов для препарирования. Впервые стал применять метод инъекирования сосудов. Под руководством профессора Лейденского университета Йоханнеса ванн Хорна (van Horne Johannes, 1621–1670) впервые применил для инъекционных анатомических исследований цветной воск. Сконструировал приборы для регистрации работы сердца, дыхательных движений, мышечных сокращений при раздражении нерва.

Герой сказки Гофмана «Повелитель блох».

СЕБИЛО Пьер (Sebileau Pierre, 18 октября 1860—4 октября 1953) — французский анатом. С 1892 года — профессор анатомии в Париже.

Научные исследования посвящены анатомии половой системы человека, а также органам дыхания.

В 1892 году опубликовал работу «Демонстрации по анатомии», получившую широкую известность.

Его именем были названы:

Себило углубление — подъязычное углубление между языком и подъязычной железой.



Рис. 5. Себило Пьер

Себило поддерживающие связки — реберно-плевральные связки, идущие от внутренней поверхности ребер к пристеночному плевральному листку.

Себило связка (2) — пучок волокон фиброзного слоя капсулы височнонижнечелюстного сустава, соединяющий с латеральной стороны нижний край суставного диска с областью нижнего прикрепления суставной капсулы.

Себило связка (1) (синоним: медиальная мениско-нижнечелюстная связка, *ligamentum meniscomandibularis medialis*) — пучок волокон фиброзного слоя капсулы височно-нижнечелюстного сустава, соединяющий с медиальной стороны нижний край суставного диска с областью нижнего прикрепления суставной капсулы.

Себило мышца — часть мышечных волокон мошонки, формирующих ее перегородку.

СЕВЕРИНО Марко Аурелио (Severino Marco Aurelio, 1580—12 июля 1656) — итальянский хирург и анатом, один из основоположников сравнительной анатомии, профессор университета в Неаполе.

Медицинскую степень получил в Салерно в 1609 г. В 1610 году успешно выполнил несколько операций рассечения трахеи (трахеотомии) во время эпидемии «злокачественной жабы» (дифтерии).

В 1643 году издал труд «*De Recondita Abscesnum Natura*», в котором, описана декстрокардия. Считают, что *situs inversus viscerum* первым описал И. Фабриций.



Рис. 6. Северино Марко Аурелио

СЕЙБИН Флоренс (Sabin Florence Ripa; 9 ноября 1871—3 октября 1953) — американский анатом, патолог, гистолог.



Рис. 7. Сейбин Флоренс

Первая женщина, получившая должность профессора в Медицинской школе Джона Хопкинса (Johns Hopkins School of Medicine), первая женщина, избранная в Национальную Академию Наук (National Academy of Sciences) и первая женщина, возглавившая отделение Рокфеллеровского Института медицинских исследований (Rockefeller Institute for Medical Research).

Внесла большой вклад в исследование лимфатической и кровеносной систем, создала модель сложных групп клеток и нервных волокон.

Её имя носит:

Метод Сэбин — способ выявления форменных элементов крови (гранул цитоплазмы лейкоцитов и митохондриальной зернистости) путем окрашивания мазков смесью нейтрального красного (0,1 г) в 10 мл абсолютного спирта и януса зелёного (спиртового раствора такой же концентрации).

Несколько учреждений США носят ее имя.

В здании Конгресса США в Вашингтоне поставлена бронзовая статуя Ф. Сейбин.



Рис. 8. Бронзовая статуя Ф. Сейбин в здании Конгресса США в Вашингтоне

СЕНТАГОТАИ Янош (János Szentágothai; 31 октября 1912—8 сентября 1994) — венгерский анатом и физиолог, нейробиолог, педагог, профессор, основатель научной школы функциональной нейростологии. Президент Венгерской академии наук (1977—1985), иностранный член РАН (с 1976) и РАМН (с 1982), член Национальной академии наук США (1982), член Германской академии естествоиспытателей «Леопольдина» и др. Лауреат государственной премии Венгрии имени Кошута (1950). Член-корреспондент Венгерской академии наук с 1948 года, а с 1967 года — действительный член.

Изучал медицину в университетах Базеля и Будапешта. В 1940 году сменил фамилию Шимерт на Сентаготаи.

С 1936 года работал в Будапештском университете. В 1946—1963 возглавлял кафедру анатомии медицинской школы Печского университета. В 1963 стал профессором на кафедре анатомии университета. Одновременно занимал пост директора Института анатомии Венгерской АН.

Проводил исследования в области макро — и микроструктуры, морфологии и физиологии нервной системы. Изучал структуру нервных центров и механизмы нейрогуморальной регуляции головного и спинного мозга и влияние нервной системы на эндокринные функции.



Рис. 9. Сентаготаи Янош

С помощью методов электронной микроскопии изучал синаптические связи и структуру простых рефлекторных путей, путей и механизмов лабиринтных глазодвигательных рефлексов и сенсорных систем. Выполнил ряд работ по структуре и связям гипоталамуса и коры головного мозга.

Автор «Атласа анатомии человека». Один из редакторов журналов «Акта морфологика» (с 1951) и «Акта биологика» (с 1955).



Рис. 10. Марка Венгрии, посвящённая 100-летию со дня рождения Я. Сентаготаи.

Награды: Премия имени Кошута (1950); Государственная премия I степени (1970) за достижения в исследовании функциональной структуры нервной системы; Академическая золотая медаль (1985); Командорский крест со звездой ордена «За заслуги перед Республикой Венгрия» (1992).

Решением Генеральной ассамблеи ЮНЕСКО в честь 100-летия со дня рождения учёного 2012 год был объявлен годом Яноша Сентаготаи.

СЕРВЕТ Мигель (лат. Michael Servetus, исп. Miguel Serveto y Conesa, 1511–1553) — испанский мыслитель и врач.



Рис. 11. Сервет Мигель

Впервые в Европе описал малый круг кровообращения. Опроверг мнение Галена о просачивании крови из левой половины сердца в правую через небольшие отверстия, якобы имеющиеся в перегородке между предсердиями. Впервые дал верное представление о путях движения крови по ветвям легочной артерии из правого желудочка сердца в легкое и далее по ветвям легочных вен в левое предсердие. Сервет гениально предугадал физиологическое значение кровообращения по малому кругу и процессов, происходящих в легочной ткани, описав в книге «Восстановление христианства».

Мысли М. Сервета признаны опасными, поэтому он был объявлен еретиком, заключён в тюрьму и 27 октября 1553 года в Женеве вместе с книгами сожжён на костре.

В 1908 году Сервету в Париже был установлен памятник.



Рис. 12. Памятник Сервету в Париже

СЕРПЕ Антуан (Serres Antoine Etienne Renaud Augustin, 12 сентября 1786—22 января 1868) — французский биолог и анатом. Профессор анатомии и натуральной истории колледжа «Jardin des Plantes» (Париж).



Рис. 13. СЕРПЕ Антуан

Занимался вопросами сравнительной анатомии, антропологии и эмбриологии.

Его именем были названы:

Серре угол — угол, образуемый крыловидным отростком основной кости и основанием черепа. Используется в антропологии.

Серре железы (синоним: гингивальные железы, *glandulae gingivales*) — островки эпителиальных клеток, встречающиеся в толще десен ребенка.

СИБСОН Фрэнсис (Sibson Francis, 21 мая 1814—7 сентября 1876) — английский врач и анатом. Профессор медицины в школе при больнице св. Марии (Лондон).



Рис. 14. Сибсон Фрэнсис

Занимался изучением анатомии и физиологии органов дыхательной системы.

Его именем были названы:

Сибсона фасция — фасциальный листок, отделяющий плевру верхушки легкого от I ребра.

Сибсона мышца (синоним: малая лестничная мышца, *musculus scalenus minimus*) — вариант строения глубоких шейных мышц.

Сибсона борозда — борозда на наружной поверхности грудной клетки, соответствующая нижнему краю большой грудной мышцы.

Сибсона апоневроз (синоним: связка позвоночно-плевральная, *ligamentum vertebropleurale*) — связка, идущая от VII шейного — XII грудного позвонков и прикрепляющая париетальный листок плевры к телам позвонков.

СИЛЬВИЙ Франсуа (Sylvius Francois, 15 марта 1614—15 ноября 1672) — немецкий анатом.

Изучал медицину в университете Голландии и Германии, читал лекции в Париже, где прославился как блестящий преподаватель. С 1632 года работал врачом в Амстердаме. С 1658 года — профессор практической медицины в Лейдене.



Рис. 15. Сильвий Франсуа

Изучал анатомию головного мозга, венозных синусов мозга, вариации строения кровеносной системы.

Его именем были названы:

Сильвиев водопровод (синоним: водопровод мозга, aquaeductus cerebri) — полость среднего мозга, представляющая собой узкий канал, соединяющий III и IV желудочки мозга; по водопроводу мозга циркулирует цереброспинальная жидкость.

Сильвиевы вены — средние мозговые вены (поверхностная и глубокая), вливающиеся в верхний каменный синус.

Сильвиево квадратное мясо (синоним: квадратная мышца подошвы, musculus quadratus plantae) — мышца подошвенной поверхности стопы, корригирующая действие длинного сгибателя пальцев стопы.

Сильвиево вещество (синоним: центральное серое вещество, substantia grisea centralis) — вещество, возникающее из прилежащих к полостям мозга частей крыльной и основной пластинок эмбриональной нервной трубки; различают центральное серое вещество спинного, среднего, промежуточного и конечного мозга.

Сильвиева ямка (синоним: латеральная ямка большого мозга, *fossa lateralis cerebri*) — углубление между лобной и височной долями большого мозга, в области дна которого расположен островок.

Сильвиева косая линия (синоним: косая линия, *linea obliqua*) — проекция сильвиевой борозды на наружную поверхность головы. Для ее определения делят пополам угол, образованный роландовой линией (соответственно роландовой борозде) и верхней горизонтальной линией, проходящей через надглазничный край; биссектрису продолжают кзади до пересечения с задней вертикальной линией, идущей позади основания сосцевидного отростка.

Сильвиева борозда (синоним: латеральная борозда, *fissura cerebri lateralis*) — щель между лобной и теменной долями сверху и височной долей снизу, расположенная на латеральной поверхности головного мозга.

Сильвиева артерия (синоним: средняя мозговая артерия, *arteria cerebri media*) — артерия, берущая начало от внутренней сонной артерии и снабжающая кровью заднелатеральную поверхность лобной, теменной и височной долей мозга, островок, сосудистое сплетение бокового желудочка, зрительный тракт, миндалевидное тело, ножку гиппокампа, бледный шар, внутреннюю капсулу, таламус, головку хвостатого тела.

Литература:

1. Будрин, Е. А. Антитринитарии шестнадцатого века. Вып. 1: Михаил Сервет и его время. Казань: Типография имп. университета, 1878. — 396 с.
2. Горбатов, Д. Джозеф Бродский и Мигуэль Сервет // Лебедь: независимый альманах. — 2005. — № 452 (20 ноября).
3. Гуго Глязер Исследователи человеческого тела от Гиппократов до Павлова — М: Медгиз, 1956. — 244 с.
4. Донат, Т. Янош Сентаготаи (К 70-летию со дня рождения). // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1982. — т. 83. — № 11. — с. 106.
5. Михайловский, В. М. Сервет и Кальвин. Исторический этюд (речь, произнесенная в торжественном собрании Московской частной женской гимназии). — М.: Унив. типография (М. Катков), 1883. — 42 с.
6. Прокопьев, Н. Я. Выдающиеся медики и биологи Франции. Биографический словарь. / Н. Я. Прокопьев, С. В. Соловьева, М. Н. Гуртовая. — Тюмень-Шадринск: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2017. — 391 с.

7. Прокопьев, Н.Я. Храня благодарную память. Биографический словарь. /Н.Я. Прокопьев, М.Н. Гуртовая, Л.И. Пономарева. — Тюмень: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати». В 6 т. 2016.
8. Сандифорт, Эдуард // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб, 1890—1907.
9. Сентаготаи Янош // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.
10. Bainton, R.H. *Hunted Heretic. A life and death of Michael Servetus.* — Boston, 1953.
11. Baron Fernandez J. *Miguel Servet. Su vida y su obra.* — Madrid, 1970.
12. Belloni, L. «Severino als Vorlufer Malpighis». // *Nova acta Leopoldina*, 1963. n. s. 27. — 213—224.
13. Brian, K. Clardy. *Michael Servetus: Intellectual Giant, Humanist and Martyr.* University Press of America. 2002. — 304 pp.
14. Charles Schmitt and Charles Webster. «Harvey and M.A. Severino: a Neglected Relationship». — // *Bulletin of the History of Medicine*, 1971. 45. — 49—75.
15. Charles Schmitt and Charles Webster. «Marco Aurelio Severino and his Relationship to William Harvey: Some Preliminary Considerations», in Allen Debus, ed. *Science, Medicine and Society in the Renaissance*, (New York, 1972). 2. — 63—72.
16. Cobb, M. Exorcizing the animal spirits: John Swammerdam on nerve function. // *Nature Reviews*, 2002. Volume 3, Pages 395—400.
17. Ducceschi, V. L.»epistolario di Marco Aurelio Severino (1580—1656). // *Rivista di storia delle scienze mediche e naturali*, 1923. 5. — 213—223.
18. Gonzalez Echeverria «New discoveries on the work of Michael de Villanueva (Michael Servetus)» in: VI International Meeting for the History of Medicine. Programme book, Barcelona, 2011. 7—10 September. p. 24. — 109—111.
19. González Echeverría, Francisco Javier. «New discoveries on the biography of Michael de Villanueva (Michael Servetus)» & «New discoveries on the work of Michael de Villanueva (Michael Servetus)» in: VI International Meeting for the History of Medicine. Programme book, Barcelona, 7—10 September 2011. p. 24. — 109—111.
20. José Barón Fernández. «Miguel Servet. Su vida y su obra» austral, ed., Madrid, 1989. p. 280.
21. Maltby, J.R. Francis Sibson, 1814—1876, pioneer and prophet in anaesthesia. // *Anaesthesia*, 1977. 32: 53—62

22. Marian Hillar & Claire S. Allen, Michael Servetus: Intellectual Giant, Humanist, and Martyr, Lanham, MD, and New York: University Press of America, Inc., 2002. p. 266.
23. Schmitt, C. B., Webster C. Harvey and M. A. Severino. A neglected medical relationship. // Bulletin of the History of Medicine. 1971 Jan-Feb; 45 (1): 49–75.
24. Trent, J. C. «Five Letters of Marcus Aurelius Severinus ...». // Bulletin of the History of Medicine, 1944. 15. 306–323.
25. <http://100v.com.ua/ru/Sentagotai-Yanosh-person>
26. http://data.bnf.fr/13477267/etienne-renaud-augustin_serres/
27. <http://galileo.rice.edu/Catalog/NewFiles/severino.html>
28. <http://medeponim.ru/author/sappei-mari-fplibert>
29. <http://medeponim.ru/author/sebilo>
30. <http://medeponim.ru/author/serre>
31. <http://medeponim.ru/author/sibson-frensis>
32. <http://medeponim.ru/author/silvii-fransua>
33. <http://neuronovosti.ru/silvius/>
34. <http://www.bahys.com/ru/glossary/.19411.view.html>
35. <http://www.nytimes.com/1994/09/15/obituaries/janos-szentagotthai-neurobiologist-81.html>
36. http://www.peoples.ru/science/professor/florence_rena_sabin/
37. <http://www.ums.ac.uk/paddr/SymingtonJ.pdf>
38. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/16494>
39. https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89tienne_Serres
40. https://en.wikipedia.org/wiki/Dictionary_of_Scientific_Biography
41. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sabin.jpg>
42. https://en.wikipedia.org/wiki/Florence_R._Sabin
43. https://en.wikipedia.org/wiki/Francis_Sibson
44. https://en.wikipedia.org/wiki/Jan_Swammerdam
45. https://en.wikipedia.org/wiki/Johnson_Symington
46. https://en.wikipedia.org/wiki/Marie_Philibert_Constant_Sappey
47. https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Sebileau
48. https://openlibrary.org/authors/OL6967596A/Philibert-Constant_Sappey
49. <https://propto.ru/s/sandifort-eduard>
50. <https://slovar.wikireading.ru/2190382>
51. <https://slovar.wikireading.ru/2651608>
52. https://www.know.cf/enciclopedia/en/%C3%89tienne_Serres

Выдающиеся анатомы и их вклад в мировую науку. Часть 14

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор
Тюменский государственный университет

В статье представлены некоторые краткие биографические сведения о наиболее выдающихся анатомах, внесших значительный вклад в учение о человеке.

Ключевые слова: анатомы мира, вклад в науку.

Prominent anatomists and their contribution to world science. Deel 14

Here are some brief biographical information about the most outstanding anatomists have made a significant contribution to the study of man.

Keywords: Anatomists world contribution to science.

На страницах журнала «Педагогика высшей школы» (2015–2017) нами проводится серия публикаций о жизни, творческой и научной деятельности ряда выдающихся анатомов мира, внесших вклад в учение о человеке. Подчеркнем, что мы не преследовали цель дать описание всех исследователей, занимавшихся изучением анатомии и морфологии человека. Это практически невозможно, ибо сведения в доступных нам источниках часто противоречивы, а нередко и фальсифицированы. При сборе информации об авторе мы стремились максимально близко подходить к тексту оригинала, поэтому выделяли в биографиях выдающихся личностей наиболее значимые и существенные достижения в их научной и творческой деятельности.

*Успехи науки — дело времени и смелости ума.
Вольтер*

СИНЕЛЬНИКОВ Рафаил Давидович (25 августа 1896–21 февраля 1981) — отечественный анатом еврейского происхождения, доктор медицинских наук, профессор.

В 1924 г. после окончания медицинского факультета Харьковского университета был назначен ассистентом кафедры нормальной анатомии. В 1930–1937 гг. заведовал кафедрой анатомии 2 Харьковского медицинского инсти-

туда. С 1937 по 1971 г. — зав. кафедрой нормальной анатомии I Харьковского медицинского института.

В 1938 г. защитил докторскую диссертацию «Нервы мочевого пузыря человека».



Рис. 1. Синельников Рафаил Давидович

Автор 140 научных работ по макро- и микроскопической анатомии желез и периферической нервной системы. Усовершенствовал технику приготовления музейных анатомических препаратов. Синельникова способ окраски — метод быстрого дифференцированного окрашивания органов и тканей, основанный на обработке срезов растворами пикриновокислого аммония и толуидинового синего. Синельникова треугольник — треугольник, образованный нижним краем щитовидного хряща, наружным краем эластического конуса и внутренним краем перстнещитовидной мышцы. Используется в клинике для введения анестезирующей жидкости при так называемой интрамуральной анестезии гортани.

Автор уникального в мировой медицинской литературе трехтомника «Атлас анатомии человека».

В годы Великой Отечественной войны вместе с Б.И. Збарским сохранял тело В.И. Ленина.

Награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», медалями.

СИРОТКИНА Мария Гавриловна (28 декабря 1914—02 декабря 1971) — отечественный врач, доктор медицинских наук, профессор кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии 2-го МГМИ в 1963—1964 гг. Ректор 2-го МГМИ с 30 августа 1958 г. по 20 апреля 1964 г.

В 1939 г. окончила вечерний факультет Медвуза МОКИ, была оставлена аспирантом на кафедре топографической анатомии. В 1941—1943 гг. — главврач районной больницы в селе Алнаши Удмуртской АССР, с 1943 г. — ассистент кафедры топографической анатомии Московского медицинского института МЗ РСФСР.



Рис. 2. Сироткина Мария Гавриловна

В 1948 году защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Топографо-анатомические особенности лучевого нерва и оценка оперативных доступов к нему», а в 1962 г. докторскую диссертацию «Пластические и реконструктивные операции на верхней полой вене (экспериментальное исследование)».

М.Г. Сироткина работала в МЗ РСФСР (1950—1958) — старший инспектор, начальник Главного управления учебными заведениями МЗ РСФСР (с 1951). Наряду с работой в МЗ РСФСР вела педагогическую деятельность на кафедре топографической анатомии 2-го МГМИ.

Автор 40 научных трудов.

Член редколлегии журнала «Экспериментальная хирургия».

Награждена орденом «Знак Почета».

СКАРПА Антонио (Antonio Scarpa, 9 мая 1752—31 октября 1832) — итальянский анатом и хирург, доктор медицины. С 1772 г. — профессор анатомии в Модене, с 1783 г. — в Павии.

В 1770 г. окончил Падуанский университет, в 18 лет получил степень доктора медицины. Преподавал также клиническую хирургию.

Занимался изучением анатомии костей, мышц, фасций нервной системы человека.

Впервые описал названный его именем бедренный треугольник (*trigonum femorale Scarpaе*), носонебный нерв (*n. naso-palatinus*), вестибулярный узел преддверной части слухового нерва.



Рис. 3. Скарпа Антонио

Результаты наблюдений опубликовал в ряде монографий — «Анатомические заметки» (1779), «Анатомические исследования слуха и обоняния» (1789), «О ганглиях и нервных сплетениях».

СМИТ сэр **Графтон Эллиот** (Smit Sir Grafton Elliot; 15 августа 1871—1 января 1937) — англо-австралийский антрополог и анатом.

Изучал медицину в Сиднейском университете и Кембридже (Англия). В Сиднейском Университете (University of Sydney) в 1895 году получил степень доктора медицины.

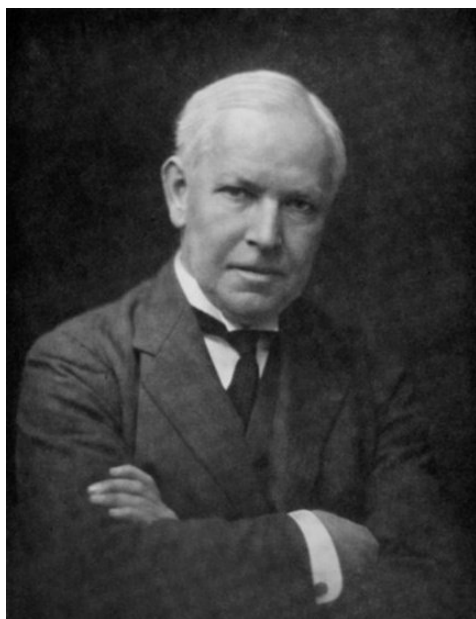


Рис. 4. Смит сэр Графтон Эллиот

В 1907 году был назначен консультантом в ходе археологических исследований в Нубии (Nubia). С 1909 по 1919 год был профессором анатомии в Манчестере а с 1919 по 1937 год заведовал кафедрой анатомии в Университетском колледже Лондона.

Смит был первым, кто применил сравнительную анатомию в целях изучения доисторического человека, был руководителем антропологических экспедиций в долину Нила. Вместе с Раймондом Дартом принимал участие в находках пекинского и южноафриканского доисторического человека.

Составил каталог Британского музея с данными о человеческом мозге. Стал первым ученым, сделавшим рентгеновские снимки мумий.

СПИГЕЛИЙ (ванн ден Спигель) Адриан (Adrianus van den Spiegel, 1578—7 апреля 1625) — бельгийский анатом и хирург.

Изучал медицину в Лувене, анатомию в Падуе у Джироламо Фабриция. Профессор анатомии в Венеции, государственный врач в Моравии. С 1609 года по 1625 год — профессор анатомии в Падуе.

В 1627 году Адриан Спигелий опубликовал трактат по анатомии человека.

Его именем были названы:



Рис. 5. Спигелий (ванн ден Спигель) Адриан

Спигелиева доля (хвостатая доля печени, *lobus caudatus*) — доля печени, расположенная между продольными бороздами нижней (висцеральной) поверхности позади ворот печени.

Спигелиева линия (полулунная линия, *linea semilunaris*) — линия перехода мышечной части поперечной мышцы живота в сухожильное растяжение.

Спигелиева мышца (портняжная мышца, *musculus sartorius*) — мышца передней области бедра, сгибающая бедро в тазобедренном суставе и голень в коленном суставе, при согнутом колене вращающаяся голень кнутри; начинается от верхней передней подвздошной ости и прикрепляется к бугристости и переднему краю большеберцовой кости и фасции голени.

СПИКС Иоганн (Johann Baptist Rittervon Spix, 9 февраля 1781—13 марта 1826) — немецкий анатом.

Специалист по консервации анатомических препаратов в Музее натуральной истории в Мюнхене.

Работы по сравнительной анатомии человека. В 1815 году опубликовал работу по сравнительной анатомии черепа.

Его именем названа Спикса косточка (синоним: язычок нижней челюсти, *lingula mandibulae*) — выступающий внутренний край нижнечелюстного отверстия на внутренней поверхности нижней челюсти, к которому прикрепляется клиновидно-челюстная связка.



Рис. 6. Спикс Иоганн

СТАДЕРИНИ Рутилио (Staderini Rutilio, 1869–1942) — итальянский анатом.

Работал во Флоренции. До 1934 года — профессор анатомии человека в университете Сиенны.

Изучал анатомию и гистологию центральной нервной системы.

Его именем названо Стадерини ядро (синоним: ядро вставочное, nucleus intercalate) — ядро, расположенное в продолговатом мозге латерально от ядра подъязычного нерва; участвует в регуляции движений языка.



Рис. 7. Стадерини Рутилио

СТАДНИЦКИЙ Николай Григорьевич (9 мая 1869—1952) — отечественный ученый, доктор медицинских наук, профессор.



Рис. 8. Стадницкий Николай Григорьевич

В 1899 г. окончил Юрьевский университет. Занимался анатомией под руководством профессора А. Раубера. С 1903 г. — прозектор, затем приват-доцент Новороссийского университета в Одессе. С 1909 по 1930 гг. заведовал кафедрой нормальной анатомии Саратовского университета.

В 1933 г. приказом Наркомздрава РСФСР утвержден заведующим кафедрой анатомии человека Ижевского государственного медицинского института.

Указом Президиума Верховного Совета УАССР от 28.09.1938 г. профессору Н. Г. Стадницкому присвоено звание заслуженного деятеля науки Удмуртской АССР. Заведовал кафедрой с 1933 г. до 1944 г.

Научные работы посвящены описанию анатомических вариантов и аномалий.

СТЕФАНИС Франц Адольфович (3 декабря 1865—26 февраля 1917) — отечественный анатом, лимфолог, основоположник отечественной лимфологии. Ученик М. А. Тихомирова. С 1902 по 1917 г. профессор анатомии Киевского университета. В 1902 г. защитил докторскую диссертацию на тему: «Лимфатические сосуды желудка человека».

Изучал анатомию лимфатической системы. Первым описал ход лимфатических сосудов и создал их классификацию. Предложил массу для инъекций лимфатических сосудов («масса Стефаниса»), сконструировал специальный аппарат для инъекций лимфатических сосудов органов грудной и брюшной полостей («аппарат Стефаниса»).



Рис. 9. Стефанис Франц Адольфович

Автор монографии «О лимфатических сосудах почки» (1902), «Лимфатические сосуды печени» (1904).

Его именем были названы:

Стефаниса масса (красная) — масса для инъекции лимфатических сосудов, состоящая из мумии (4 г), скипидара (2 г) и хлороформа (10–15 г) или смеси хлороформа и эфира (в пропорции 1:1).

Стефаниса масса (зеленая) — инъекционная масса, состоящая из зеленой киноварной краски (4 г), скипидара (2 г) и хлороформа (10 г) или смеси хлороформа и эфира (в пропорции 1:1).

Стефаниса масса (желтая) — смесь для инъекции сосудов, состоящая из масляной краски кадмий желтый (2 г), скипидара (1 г) и хлороформа (10 г).

СТИДА (ШТИДА) Христиан Герман Людвиг (*Ludwig Stieda*; 7 ноября 1837–19 ноября 1918) — немецкий анатом. Профессор Дерптского университета

Труды по сравнительной анатомии центральной нервной системы, по проблеме гомологии конечностей животных и человека.

Его перу принадлежит фундаментальный труд *Studien über das central Nerven system der Knochenfische der Vögelund Säugethiere, der Wirbelthiere, der Amphibien und Reptilien* (4 т., 1868–1875).



Рис. 10. Стида (Штида) Христиан Герман Людвиг

Задний отросток таранной кости назван отростком Стида.

СТОВИЧЕК Георг Викторович (31 марта 1924—16 марта 2006) — отечественный анатом, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. Почетный профессор Ярославской медицинской академии.



Рис. 11. Стовичек Георг Викторович

После окончания средней школы в 1942 г. танкистом ушел на фронт. В 1951 году окончил Ярославский государственный медицинский институт. В 1963 году защитил докторскую диссертацию на тему: «Морфологические закономерности афферентной спинномозговой иннервации пищевода». Ученое звание профессора присвоено в 1965 году.

С 1968 по 1990 гг. заведовал кафедрой анатомии человека. В 1961—1968 гг. был проректором по учебной работе, а с 1968 по 1977 г. ректором Ярославского медицинского института. С 1990 по 2005 год — профессор кафедры анатомии человека.

Основоположник нового научного направления в нейроморфологии — миеоархитектоника периферических нервов. Как талантливый художник, создал уникальные рисунки и схемы, посвященные строению человеческого тела.

Автор 120 научных работ, в том числе монографий «Основы функционально-анатомической диагностики заболеваний периферических артерий» (1972), «Лицо человека: анатомия, мимика» (1988). Под руководством Г.В. Стувичека подготовлены 2 доктора и 18 кандидатов медицинских наук.

Награжден орденами: Красной Звезды, Отечественной войны II-й степени, Трудового Красного Знамени, Октябрьской революции, медалями «За боевые заслуги», «За освобождение Киева», «За освобождение Праги», «За взятие Берлина» и др.

СТРУЗЕРС Джон (Struthers John, 21 февраля 1823—24 февраля 1899) — шотландский анатом.



Рис. 12. Струзерс Джон

Обучался медицине в Эдинбургском университете, который окончил в 1845 году. Работал преподавателем по анатомии в Эдинбурге с 1846 по 1863 год. С 1863 по 1889 год — профессор анатомии в университете в Абердине.

Занимался вопросами сравнительной анатомии. Автор более 70 научных работ.

Его именем названа Струзерса связка — пучки фиброзных волокон, идущих от медиального края плечевой кости к ее медиальному надмыщелку, образуя кольцо для плечевой артерии.

СТРУКОВ Анатолий Иванович (24 марта [6 апреля] 1901—13 марта 1988) — выдающийся отечественный врач патологоанатом, заслуженный деятель науки РСФСР (1965), академик АМН СССР (1966), Герой Социалистического Труда (1971).



Рис. 13. Струков Анатолий Иванович

В 1925 году окончил медицинский факультет Воронежского университета, был оставлен для работы ассистентом на кафедре патологической анатомии.

В 1933 году был приглашен на работу ассистентом в 1-й Московский медицинский институт на кафедру патологической анатомии, параллельно работал старшим научным сотрудником в Центральном институте туберкулеза. В 1938 году был избран заведующим кафедрой патологической анатомии в Харьковском медицинском институте, занимал эту должность до 1945 года. С 1945 года — заведующий лабораторией легочной патологии Института нормальной и патологической анатомии АМН СССР (Москва). С 1953 года по 1972 год яв-

лялся заведующим кафедрой патологической анатомии 1-го Московского медицинского института (с 1972 года — профессор-консультант).

С 1948 года по 1959 год — главный редактор Государственного издательства медицинской литературы. С 1968 года — главный редактор журнала «Архив патологии».

Под руководством Струкова разрабатывались проблемы сегментарной патологии легких, ревматизма и патологии соединительной ткани. В труде «Формы легочного туберкулеза в клинико-анатомическом освещении» (1967) им была предложена новая клинико-анатомическая классификация туберкулеза, описаны ранние признаки туберкулеза легких, прослежена динамика развития заболевания.

Автор 300 научных работ, в том числе 7 монографий, 3 учебников патологической анатомии, 2 учебно-методических пособий.

Награды: Медаль «Серп и Молот»; Орден Ленина; Орден Октябрьской Революции; Орден Красного Знамени; Орден «Знак Почёта»; медали.

Премии: Ленинская премия (1974) — за цикл работ по изучению патоморфогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики ревматических заболеваний; Премия имени И. В. Давыдовского АМН СССР (1985) — за лучшую научную работу по общей патологии.

Литература:

1. Анатолий Иванович Струков (К 80-летию со дня рождения). // Архив патологии, 1981. т. 43. — вып. 3. — с. 91.
2. Анатолий Иванович Струков. //Советская медицина, 1974. — № 11. — с. 9.
3. Бобрик, И. И. Франц Адольфович Стефанис — основоположник отечественной лимфологии: к 150-летию Киевского медицинского института /И. И. Бобрик, Л. В. Чернышенко. //Врачебное дело, 1991. № 2. с. 118—120.
4. Кузьмин, М. К. Учёные-медики — Герои Социалистического Труда. / М. К. Кузьмин. — М.: Медицина, 1988. — 197 с.
5. Прокопьев, Н. Я. Выдающиеся медики и биологи Франции. Биографический словарь. / Н. Я. Прокопьев, С. В. Соловьева, М. Н. Гуртовая. — Тюмень-Шадринск: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати», 2017. — 391 с.
6. Прокопьев, Н. Я. Храня благодарную память. Биографический словарь. /Н. Я. Прокопьев, М. Н. Гуртовая, Л. И. Пономарева. — Тюмень: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати». В 6 т. 2016.

7. Прокопьев, Н.Я. Они оставили свой след на земле. Биографический словарь. /Н.Я. Прокопьев. — Тюмень-Шадринск: Издательство ОГУП «Шадринский Дом Печати». В 2 т. 2010. Том 1—531 с.; Том 2—416 с.
8. Рафаил Давыдович Синельников. К 80-летию со дня рождения. // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1976. т. 71. — с. 119.
9. Синельников Рафаил Давыдович // Большая медицинская энциклопедия: В 30 томах / Главный редактор Б.В. Петровский. — 3-е издание. — М.: Советская энциклопедия, 1977.
10. Скарпа Антонио // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб, 1890—1907.
11. Спиров, М.С. Исследования Ф.А. Стефаниса о морфологии лимфоотока из слизисто-подслизистого слоя желудка человека и их развитие. /М.С. Спиров //Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1968. 55 (11). с. 85—91.
12. Чайковский, Ю. Франц Адольфович Стефанис (к 125-летию со дня рождения). /Ю. Чайковский //Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1991. 100 (3). с. 89—94.
13. Шилкин, В.В. Памяти учителя. Георг Викторович Стовичек (1924—2006). /В.В. Шилкин. //Морфологические ведомости, 2006. № 1—2. с. 200—291.
14. Штида, Людвиг // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб, 1890—1907.
15. Adler Kraig (1989); Spix J.B. von (1781—1826) in: Contributions to the History of Herpetology — Society for the Study of Amphibians and Reptiles, page 23.
16. Fittkau, E.J. (1995). Johann Baptist Ritter von Spix. Rundgespräche d. Kommission f. Ökologie, Tropenforschung — Bayer. Akad. d. Wissenschaften. 10: 29—38.
17. Major, R. H. A history of medicine. v. 2. p. 638. — Springfield, 1954.
18. Todd, T. Wingate (1937). The scientific influence of Sir Grafton Elliot Smith. //American Anthropologist. 39 (3): 523—526. doi:10.1525/aa.1937.39.3.02a00120
19. Wilson, J. T. (1938). Sir Grafton Elliot Smith. 1871—1937. Obituary Notices of Fellows of the Royal Society. 2 (6): 322—326. doi:10.1098/rsbm.1938.0014
20. <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/1057276>
21. <http://medeponim.ru/author/sevidzh>
22. <http://medeponim.ru/author/sinelnikov-rafael-davydovich>
23. <http://medeponim.ru/author/skarpa-antonio>

24. <http://medeponim.ru/author/spigelii>
25. <http://medeponim.ru/author/staderini-rutilio>
26. <http://medeponim.ru/author/struzers-d>
27. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Ludwig+Stieda>
28. <http://rsmu.ru/609.html>
29. <http://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/nachlaesse/stieda/stieda1.htm>
30. http://www.biology-online.org/dictionary/Savage_henry
31. http://www.etolen.com/index.php?id=5444&option=com_content&view=article
32. http://www.etolen.com/index.php?id=5448&option=com_content&view=article&Itemid=101
33. http://www.etolen.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5439&Itemid=101
34. http://www.wikiwand.com/de/Ludwig_Stieda
35. <http://ysmu.ru/index.php/ru/glavnaya/education/kafedry/154-employee/employee-dead/525-stovichek>
36. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/346127>
37. https://en.wikipedia.org/wiki/Adriaan_van_den_Spiegel
38. https://en.wikipedia.org/wiki/Antonio_Scarpa
39. https://en.wikipedia.org/wiki/Grafton_Elliot_Smith
40. https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Baptist_von_Spix
41. [https://en.wikipedia.org/wiki/John_Struthers_\(anatomist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Struthers_(anatomist))
42. <https://slovar.wikireading.ru/703475>
43. <https://www.livelib.ru/author/14154-rafail-sinelnikov>
44. <https://www.peoplelife.ru/270357>
45. https://www.wikidoc.org/index.php/Adriaan_van_den_Spiegel

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

Построение формальной арифметики в рамках изучения аксиоматических теорий в вузе

Сухан Ирина Владимировна, старший преподаватель;
Кравченко Григорий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент;
Иванисова Ольга Владимировна, кандидат физико-математических наук,
доцент
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В статье «Аксиоматические теории в курсе математической логики» [1] рассматривается вопрос построения формальных и неформальных аксиоматических теорий.

В данной статье будет рассмотрен вопрос построения арифметики как формальной аксиоматической теории.

Формальная арифметика

Первое, полуаксиоматическое, построение арифметики было предложено в 1901 году Дедекиндом и стало известно под названием «система аксиом Пеано».

Аксиомы этой системы формулируются следующим образом:

1. 0 есть натуральное число.
2. Для любого натурального числа x существует другое натуральное число, обозначаемое x' и называемое **следующее** за x .
3. $0 \neq x'$ для любого натурального числа x .
4. Если $x' = y'$, то $x = y$.
5. Если Q есть свойство, которым обладает натуральное число 0, и для всякого натурального числа x из того, что x обладает свойством Q , следует, что и

натуральное число x' обладает свойством Q , то свойством Q обладают все натуральные числа.

Пятую аксиому принято называть **принципом индукции**.

Этих аксиом достаточно для построения не только арифметики натуральных чисел, но и для построения теорий рациональных, вещественных и комплексных чисел.

Однако эта система аксиом содержит такое интуитивное понятие, как «**свойство**», что не позволяет ей быть формальной аксиоматической теорией.

Для формализации теорий, подобных арифметике, в математической логике используют **формальные аксиоматические теории первого порядка с равенством**.

Теория первого порядка называется **теорией первого порядка с равенством**, если она содержит предикатную букву $A_1^2(t, s)$, для которой следующие формулы являются аксиомами:

1. $\forall x_1 A_1^2(x_1, x_1)$.
2. $A_1^2(x, y) \rightarrow (B(x, x) \rightarrow B(x, y))$, где $B(t, s)$ — произвольная формула.

Для сокращения вместо $A_1^2(t, s)$ пишут $t = s$ и тогда аксиомы принимают вид:

1. $\forall x_1 (x_1 = x_1)$.
2. $(x = y) \rightarrow (B(x, x) \rightarrow B(x, y))$, где $B(t, s)$ — произвольная формула.

Для вывода всех основных результатов элементарной арифметики была построена теория первого порядка S .

Эта теория первого порядка с равенством имеет единственную предикатную букву $A_1^2(t, s)$, единственную предметную константу a_1 и три функциональные буквы $f_1^1(t)$, $f_1^2(t, s)$, $f_2^2(t, s)$.

Используя обозначения неформальной арифметики, пишут $t = s$ вместо $A_1^2(t, s)$,

0 вместо a_1 и t' , $t + s$, $t \times s$ вместо $f_1^1(t)$, $f_1^2(t, s)$, $f_2^2(t, s)$ соответственно.

Теория S имеет следующие собственные аксиомы:

1. $(x_1 = x_2) \rightarrow ((x_1 = x_3) \rightarrow (x_2 = x_3))$.
2. $x_1 = x_2 \rightarrow x_1 = x_2$.
3. $0 \neq x_1$.
4. $x_1 = x_2 \rightarrow x_1 = x_2$.
5. $x_1 + 0 = x_1$.
6. $x_1 + x_2 = (x_1 + x_2)$.
7. $x_1 \cdot 0 = 0$.
8. $x_1 \cdot x_2 = x_1 \cdot x_2 + x_1$.

9. $A(0) \rightarrow (\forall x(A(x) \rightarrow A(x')) \rightarrow \forall xA(x))$, где $A(x)$ — произвольная формула теории S .

Девятую аксиому принято называть принципом математической индукции.

Эта аксиома не соответствует пятой аксиоме системе аксиом Пеано, так как в системе аксиом Пеано интуитивно предполагается, что мощность множества свойств натуральных чисел — континуум, а в девятой аксиоме теории S может рассматриваться только счетное число свойств натуральных чисел, так как теория S — теория первого порядка [2].

С помощью правила отделения из девятой аксиомы получается следующее **правило индукции**: из $A(0)$ и $\forall x(A(x) \rightarrow A(x'))$ выводится $\forall xA(x)$.

Рассмотрим интерпретацию теории S , в которой:

1. Областью служит множество всех неотрицательных чисел.
2. Целое число 0 интерпретирует символ a_1 .
3. Операция взятия следующего (то есть прибавление единицы) интерпретирует функциональную букву $f_1^1(t)$.

4. Сложение и умножение интерпретируют функциональные буквы $f_1^2(t, s)$, $f_2^2(t, s)$.

5. отношение тождества интерпретирует предикатная буква $A_1^2(t, s)$.

Если считать истинность аксиом теории S в этой интерпретации интуитивно очевидной, то эта интерпретация является моделью теории S . Эта модель называется **стандартной моделью** теории S .

Термы 0 ; $0'$; $0''$; $0'''$;... в теории S называют **цифрами** и обозначают соответственно 0 ; $\bar{1}$; $\bar{2}$; $\bar{3}$;..., то есть 0 с n штрихами обозначают \bar{n} .

В теории S можно ввести отношение порядка и понятие делимости. Далее можно показать, что теоремы, доказываемые в курсах элементарной теории чисел можно перевести на язык теории S и построить вывод полученной теоремы.

Для сокращения утверждения: « A есть теорема теории S » применяют запись $\models A$.

Арифметические функции и арифметические отношения

Для изучения основных свойств теории S — непротиворечивости и полноты — используют арифметические функции и арифметические отношения, которые являются понятиями стандартной модели теории S .

Арифметическими функциями называются функции, у которых область определения и множество значений состоит из натуральных чисел.

Арифметическими отношениями называются отношения, заданные на множестве натуральных чисел.

Например, умножение — арифметическая функция с двумя аргументами, а выражение $x + y < z$ является арифметическим отношением с тремя аргументами.

Арифметическое отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ называется **выразимым** в теории S , если существует формула $A(x_1, \dots, x_n)$ теории S с n свободными переменными такая, что для любых натуральных чисел k_1, \dots, k_n выполняются условия: если $R(k_1, \dots, k_n)$ истинно, то $\models A(\overline{k_1}, \dots, \overline{k_n})$ и если $R(k_1, \dots, k_n)$ ложно, то $\models \neg A(\overline{k_1}, \dots, \overline{k_n})$.

В теориях первого порядка с равенством выражения вида «существует один и только один x такой, что $A(x)$ » символически можно записать так: $\exists x A(x) \wedge \forall x \forall y (A(x) \wedge A(y) \rightarrow x = y)$, для сокращения используют запись $\exists_1 x A(x)$.

Арифметическая функция $f(x_1, \dots, x_n)$ называется **представимой** в теории S , если существует формула $A(x_1, \dots, x_{n+1})$ теории S со свободными переменными x_1, \dots, x_{n+1} такая, что для любых натуральных чисел k_1, \dots, k_{n+1} выполняются условия:

1. Если $f(k_1, \dots, k_n) = k_{n+1}$, то $\models A(\overline{k_1}, \dots, \overline{k_n}, \overline{k_{n+1}})$.
2. $\models \exists_1 x_{n+1} A(\overline{k_1}, \dots, \overline{k_n}, x_{n+1})$.

Арифметическая функция $f(x_1, \dots, x_n)$ называется **сильно представимой** в теории S , если существует формула $A(x_1, \dots, x_{n+1})$ теории S со свободными переменными x_1, \dots, x_{n+1} такая, что для любых натуральных чисел k_1, \dots, k_{n+1} выполняются условия:

1. Если $f(k_1, \dots, k_n) = k_{n+1}$, то $\models A(\overline{k_1}, \dots, \overline{k_n}, \overline{k_{n+1}})$.
2. $\models \exists_1 x_{n+1} A(x_1, \dots, x_n, x_{n+1})$.

Характеристической функцией отношения $R(x_1, \dots, x_n)$ называется функция

$C_R(x_1, \dots, x_n)$, которая равна 1, если отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ истинно, и равна 0, если отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ ложно.

Теорема. Если отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ выразимо в теории S , то характеристическая функция $C_R(x_1, \dots, x_n)$ этого отношения сильно представима в теории

S , а если характеристическая функция $C_R(x_1, \dots, x_n)$ отношения $R(x_1, \dots, x_n)$ представима в теории S , то в теории S выразимо отношение $R(x_1, \dots, x_n)$.

При изучении представимости арифметических функций в теории S в качестве простейших функций выбраны следующие функции:

1. Нуль-функция: $Z(x) = 0$ при всех x .
2. Прибавление единицы: $N(x) = x + 1$ при всех x .
3. Проектирующие функции: $U_i^n(x_1, \dots, x_n) = x_i$ при всех x_1, \dots, x_n , $i = 1, \dots, n$.

Для получения новых функций из простейших используют операции: суперпозиция функций, схема примитивной рекурсии и операция минимизации (μ -оператор).

Если $f(x_1, \dots, x_n) = g(h_1(x_1, \dots, x_n), \dots, h_m(x_1, \dots, x_n))$, то говорят, что функция $f(x_1, \dots, x_n)$ получена с помощью **операции суперпозиции** из функций $g(y_1, \dots, y_m)$, $h_1(x_1, \dots, x_n)$, ..., $h_m(x_1, \dots, x_n)$.

Если $f(x_1, \dots, x_n, 0) = g(x_1, \dots, x_n)$ и $f(x_1, \dots, x_n, y + 1) = h(x_1, \dots, x_n, y, f(x_1, \dots, x_n, y))$ то говорят, что $(n + 1)$ -местная функция f получена с помощью **схемы примитивной рекурсии** из n -местной функции g и $(n + 2)$ -местной функции h .

Функция $f(x_1, \dots, x_n)$ называется **примитивно рекурсивной**, если она может быть получена из исходных функций с помощью конечного числа суперпозиций функций и схем примитивной рекурсии.

Обозначим через $\mu y [g_1(x_1, \dots, x_n, y) = g_2(x_1, \dots, x_n, y)]$ наименьшее значение y , при котором $g_1(x_1, \dots, x_n, y) = g_2(x_1, \dots, x_n, y)$.

Если $f(x_1, \dots, x_n) = \mu y [g_1(x_1, \dots, x_n, y) = g_2(x_1, \dots, x_n, y)]$, то говорят, что функция $f(x_1, \dots, x_n)$ получена из функций $g_1(x_1, \dots, x_n, y)$ и $g_2(x_1, \dots, x_n, y)$ с помощью **операции минимизации (μ -оператора)**.

Функция $f(x_1, \dots, x_n)$ называется **частично рекурсивной**, если она может быть получена из исходных функций с помощью конечного числа суперпозиций функций, схем примитивной рекурсии и операций минимизации.

Функция $f(x_1, \dots, x_n)$ называется **общерекурсивной** или **рекурсивной**, если она частично рекурсивна и всюду определена.

Доказано, что класс рекурсивных функций совпадает с классом функций представимых в теории S [2].

Отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ называется **примитивно рекурсивным**, если примитивно рекурсивной является его характеристическая функция $C_R(x_1, \dots, x_n)$.

Отношение $R(x_1, \dots, x_n)$ называется **рекурсивным**, если рекурсивной является его характеристическая функция $C_R(x_1, \dots, x_n)$.

В теориях первого порядка с равенством для сокращенной записи выражений вида «При всяком y , если $y < z$, то $R(x_1, \dots, x_n, y)$ » используют запись $\forall y_{y < z} R(x_1, \dots, x_n, y)$. В аналогичном смысле употребляются выражения $\forall y_{y \leq z} R(x_1, \dots, x_n, y)$, $\exists y_{y < z} R(x_1, \dots, x_n, y)$, $\exists y_{y \leq z} R(x_1, \dots, x_n, y)$.

Выражения $\forall y_{y < z}$, $\forall y_{y \leq z}$, $\exists y_{y < z}$, $\exists y_{y \leq z}$ называются **ограниченными кванторами**.

Для отношений $R(x_1, \dots, x_n, y)$ операция минимизации (μ -оператор) определяется следующим образом: через $\mu y [R(x_1, \dots, x_n, y)]$ обозначают наименьшее значение y , при котором отношение $R(x_1, \dots, x_n, y)$ истинно.

Выражения $\mu y_{y < z} [R(x_1, \dots, x_n, y)]$ и $\mu y_{y \leq z} [R(x_1, \dots, x_n, y)]$ называются **ограниченными μ -операторами** и обозначают наименьшее значение $y < z$ (соответственно $y \leq z$), при котором отношение $R(x_1, \dots, x_n, y)$ истинно.

Теорема. Отношения, которые можно получить из примитивно рекурсивных (рекурсивных) отношений с помощью логических связок и ограниченных кванторов, также примитивно рекурсивны (рекурсивны).

Теорема. Применение ограниченных μ -операторов к примитивно рекурсивным (рекурсивным) отношениям приводит к примитивно рекурсивным (рекурсивным) отношениям.

Теорема. Всякая рекурсивная функция представима в теории S .

Теорема. Всякое рекурсивное отношение выразимо в теории S .

Гёделева нумерация формул и выводов в формальной арифметике

В 1931 году Гёделем была предложена нумерация символов, выражений и конечных последовательностей теорий первого порядка с целью **арифметизации метаматематики**, то есть с целью замены утверждений о формальной системе эквивалентными высказываниями о натуральных числах.

Каждому символу u произвольной теории первого порядка ставится в соответствие положительное число $g(u)$, называемое **гёделевым номером символа u** , следующим образом:

$$g(()) = 3; g(,) = 5; g(\cdot) = 7; g(-) = 9; g(\rightarrow) = 11;$$

$$g(x_k) = 5 + 8k, \text{ где } k = 1, 2, \dots;$$

$$g(a_k) = 7 + 8k, \text{ где } k = 1, 2, \dots;$$

$$g(f_k^n) = 9 + 8(2^n \cdot 3^k) \text{ для } k, n \geq 1;$$

$$g(A_k^n) = 11 + 8(2^n \cdot 3^k) \text{ для } k, n \geq 1.$$

Таким образом, различным символам поставлены в соответствие различные гёделевы номера, являющиеся положительными нечетными числами.

$$\text{Например, } g(x_2) = 5 + 8 \cdot 2 = 21; g(a_4) = 7 + 8 \cdot 4 = 39; \\ g(f_1^2) = 9 + 8(2^2 \cdot 3^1) = 105; g(A_2^1) = 11 + 8(2^1 \cdot 3^2) = 155.$$

Гёделев номер выражения $u_0 u_1 \dots u_r$ определяется следующим образом:

$$g(u_0 u_1 \dots u_r) = 2^{g(u_0)} 3^{g(u_1)} \dots p_r^{g(u_r)}, \text{ где } p_i \text{ есть } i\text{-е простое число, при этом } p_0 = 2.$$

Например,

$$g(A_1^2(x_1, x_2)) = 2^{g(A_1^2)} \cdot 3^{g(x_1)} \cdot 5^{g(x_2)} \cdot 7^{g(\cdot)} \cdot 11^{g(x_2)} \cdot 13^{g(\cdot)} = \\ = 2^{11+8(2^2 \cdot 3^1)} \cdot 3^3 \cdot 5^{5+8 \cdot 1} \cdot 7^7 \cdot 11^{5+8 \cdot 2} \cdot 13^5 = 2^{107} \cdot 3^3 \cdot 5^{13} \cdot 7^7 \cdot 11^{21} \cdot 13^5.$$

Так как любое натуральное число единственным образом разлагается в произведение степеней простых чисел, то различные выражения получат разные гёделевы номера.

Гёделевы номера выражений четны и поэтому отличаются от гёделевых номеров символов.

Если символ рассматривать как выражение, то он будет иметь гёделев номер, отличный от того, который ставится ему в соответствие как символу.

Гёделев номер последовательности выражений e_0, e_1, \dots, e_r определяется следующим образом: $g(e_0, e_1, \dots, e_r) = 2^{g(e_0)} 3^{g(e_1)} \dots p_r^{g(e_r)}$, где p_i есть i -е простое число, при этом $p_0 = 2$.

Различные последовательности выражений имеют различные гёделевы номера, а так как они четны и имеют четный показатель степени при 2, то они отличны от гёделевых номеров символов выражений.

Таким образом, функция g взаимно однозначно отображает множество всех символов, выражений и конечных последовательностей выражений в множество целых положительных чисел.

Множество значений функции g не совпадает с множеством всех целых положительных чисел, например, число 12 не является гёделевым номером.

Теорема Гёделя о неполноте формальной арифметики

В формулировке теоремы о неполноте формальной арифметики Гёдель использовал понятие ω -непротиворечивой теории первого порядка, что представляет собой более сильное условие, чем просто непротиворечивость.

Теория первого порядка называется **ω -непротиворечивой**, если для всякой формулы $A(x)$ этой теории из того, что при любом $n \models A(\bar{n})$, следует невозможность $\models \exists x \neg A(x)$, другими словами для всякой формулы $A(x)$ этой системы невозможно одновременно вывести формулы $A(0), A(\bar{1}), A(\bar{2}) \dots$ и $\exists x \neg A(x)$.

Доказано, что ω -непротиворечивая теория первого порядка является непротиворечивой [2].

Если признать стандартную интерпретацию теории S в качестве модели этой теории, то тогда теорию S следует признать ω -непротиворечивой.

Для доказательства неполноты формальной арифметики используется примитивно рекурсивное отношение $W_1(u, y) = \langle u \text{ есть гёделев номер формулы } A(x_1), \text{ содержащей свободную переменную } x_1, \text{ и } y \text{ есть гёделев номер вывода в } S \text{ формулы } A(\bar{u}) \rangle$ [2].

Так как отношение $W_1(u, y)$ примитивно рекурсивно, то оно выразимо в теории S некоторой формулой $V_1(x_1, x_2)$ с двумя свободными переменными x_1, x_2 . Значит, если $W_1(k_1, k_2)$ истинно, то $\models V_1(\bar{k}_1, \bar{k}_2)$, и если $W_1(k_1, k_2)$ ложно, то $\models \neg V_1(\bar{k}_1, \bar{k}_2)$.

Рассмотрим формулу $A(x_1) = \forall x_2 \neg V_1(x_1, x_2)$. Пусть m — гёделев номер этой формулы. Подставим в эту формулу \bar{m} вместо x_1 , получим замкнутую формулу: $A(\bar{m}) = \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Из определения $W_1(u, y)$ следует, что $W_1(m, y)$ истинно тогда и только тогда, когда y есть гёделев номер вывода в S формулы $A(\bar{m}) = \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Теорема (Гёдель, 1931 год). Если теория S непротиворечива, то формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ невыводима в теории S , и если теория S ω -непротиворечива, то формула $\neg(\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2))$ невыводима в теории S .

Доказательство

Предположим, что теория S непротиворечива и $\models \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Пусть k — гёделев номер какого-либо вывода в S формулы $\models \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Следовательно, справедливо отношение $W_1(m, k)$. Так как V_1 выражает W_1 в S , то $\models V_1(\bar{m}, \bar{k})$.

Из $\models \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ следует, что $\models \neg V_1(\bar{m}, \bar{k})$.

Таким образом, в теории S оказываются выводимыми формулы $\models V_1(\bar{m}, \bar{k})$ и $\models \neg V_1(\bar{m}, \bar{k})$, что противоречит предположению о непротиворечивости S .

Предположим, что теория S ω -непротиворечива и $\models \neg(\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2))$.

Из ω -непротиворечивости теории следует ее непротиворечивость и, следовательно, формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ невыводима в теории S .

Поэтому никакое натуральное число n не является гёделевым номером вывода в S формулы $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$, то есть отношение $W_1(m, n)$ ложно для любого n , а это означает, что $\models \neg V_1(\bar{m}, \bar{n})$ для любого n .

Возьмем в качестве формулы теории S формулу $A(x_2) = \neg V_1(\bar{m}, x_2)$. Из предположения о ω -непротиворечивости теории S следует, что в теории S невыводима формула $\exists x_2 \neg A(x_2) = \exists x_2 \neg(\neg V_1(\bar{m}, x_2)) = \exists x_2 V_1(\bar{m}, x_2) = \neg(\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2))$, что противоречит предположению. Теорема доказана.

Таким образом, в непротиворечивой теории S невыводимы как формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$, так и ее отрицание $\neg(\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2))$.

Рассмотрим стандартную интерпретацию неразрешимого предложения $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Так как V_1 выражает в теории S отношение W_1 , то, в соответствии со стандартной интерпретацией, формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ утверждает, что отношение $W_1(m, x_2)$ ложно для любого натурального числа x_2 , а это означает, что не существует вывода формулы $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ в теории S . Таким образом, формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ утверждает свою собственную невыводимость в теории S .

Из теоремы Гёделя следует, что если теория S непротиворечива, то эта формула и в самом деле невыводима в теории S и поэтому истинна при стандартной интерпретации.

Итак, в стандартной интерпретации формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ верна, но невыводима в теории S .

Это наводит на мысль, что теорема Гёделя справедлива потому, что для теории S выбранная система аксиом содержит недостаточно аксиом, и если добавить новые аксиомы, в частности истинную формулу $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$, то можно получить новую теорию S_1 , для которой теорема Гёделя, возможно, окажется неверной.

Однако, всякая рекурсивная функция, будучи представимой в теории S , будет также представима и в теории S_1 , и отношение $W_1(u, y)$ в теории S_1 будет являться примитивно рекурсивным, а этого достаточно для доказательства теоремы Гёделя.

Поэтому, если теория S_1 ω -непротиворечива, то она будет содержать неразрешимую формулу, отличающуюся от формулы $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$, но имеющую такую же форму.

В теореме Гёделя содержится предположение о ω -непротиворечивости теории S . Однако ценой некоторого усложнения доказательства можно ограничиться предположением об обычной непротиворечивости теории S .

В этом случае необходимо будет воспользоваться примитивно рекурсивным отношением $W_2(u, y) = \langle u \text{ есть гёделев номер формулы } A(x_1), \text{ содержащей свободную переменную } x_1, \text{ и } y \text{ есть гёделев номер вывода в } S \text{ формулы } \neg A(\bar{u}) \rangle$ [2].

Так как, отношение $W_2(u, y)$ примитивно рекурсивно, то оно выразимо в теории S некоторой формулой $V_2(x_1, x_2)$ с двумя свободными переменными x_1, x_2 . Значит, если $W_2(k_1, k_2)$ истинно, то $\models V_2(\bar{k}_1, \bar{k}_2)$, и если $W_2(k_1, k_2)$ ложно, то $\models \neg V_2(\bar{k}_1, \bar{k}_2)$.

Рассмотрим формулу $\forall x_2 (V_1(x_1, x_2) \rightarrow \exists x_3 (x_3 \leq x_2 \wedge V_2(x_1, x_3)))$.

Пусть n — гёделев номер этой формулы. Подставим в эту формулу \bar{n} вместо x_1 — получим замкнутую формулу: $\forall x_2 (V_1(\bar{n}, x_2) \rightarrow \exists x_3 (x_3 \leq x_2 \wedge V_2(\bar{n}, x_3)))$.

Теорема (Россер, 1936 год). Если теория S непротиворечива, то в ней невыводимы обе формулы $\forall x_2 (V_1(\bar{n}, x_2) \rightarrow \exists x_3 (x_3 \leq x_2 \wedge V_2(\bar{n}, x_3)))$ и

$\neg(\forall x_2 (V_1(\bar{n}, x_2) \rightarrow \exists x_3 (x_3 \leq x_2 \wedge V_2(\bar{n}, x_3))))$) и, следовательно, существует неразрешимое предложение этой теории.

Эту теорему называют теоремой Гёделя в форме Россера.

Теорема Гёделя о непротиворечивости формальной арифметики

Рассмотрим вопрос о непротиворечивости теории S .

Для доказательства непротиворечивости формальной арифметики помимо отношений $W_1(u, y)$ и $W_2(u, y)$ используется примитивно рекурсивное отношение

$Pf(y, x) = \langle y \text{ есть гёделев номер вывода в } S \text{ формулы с гёделевым номером } x \rangle$ выразимое в теории S с помощью некоторой формулы $Pf(x_1, x_2)$ [2].

Далее, если x — гёделев номер формулы A , то через $Neg(x)$ обозначают гёделев номер формулы $\neg A$. Доказано, что функция $Neg(x)$ рекурсивна и, следовательно, представима в теории S некоторой формулой $Neg(x_1, x_2)$ [2].

Вторая теорема Гёделя. Если теория S непротиворечива, то в ней невыводима формула, утверждающая непротиворечивость теории S .

Доказательство

$$\text{Формула} \quad \forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4))$$

в стандартной интерпретации выражает невозможность вывода в теории S какой-либо формулы вместе с ее отрицанием и является истинной в том и только том случае, когда теория S непротиворечива. Иными словами, эту формулу можно интерпретировать как утверждение непротиворечивости теории S .

В соответствии со стандартной интерпретацией, гёделева неразрешимая формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ выражает свою собственную невыводимость.

Тогда формула

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4)) \rightarrow \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$$

утверждает, что если теория S непротиворечива, то формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ в ней невыводима. То есть эта формула есть формальная запись первой части теоремы Гёделя.

Математические рассуждения, доказывающие теорему Гёделя, могут быть выражены и проведены средствами теории S , так что в результате оказывается возможным получить вывод формулы

$\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4)) \rightarrow \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$
в теории S [2].

Таким образом,

$$\models \forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4)) \rightarrow \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2).$$

Если $\models \forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4))$, то по правилу отделения получаем, что $\models \forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$.

Из теоремы Гёделя следует, что если теория S непротиворечива, то формула $\forall x_2 \neg V_1(\bar{m}, x_2)$ в ней невыводима. Следовательно, если теория S непротиворечива, в ней невыводима формула

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall x_3 \forall x_4 \neg (Pf(x_1, x_3) \wedge Pf(x_2, x_4) \wedge Neg(x_3, x_4)).$$

Таким образом, если теория S непротиворечива, то в ней невыводима формула, утверждающая непротиворечивость теории S .

Другими словами, если теория S непротиворечива, то доказательство непротиворечивости теории S не может быть проведено средствами самой теории S .

Литература:

1. Сухан, И.В., Кравченко Г.Г., Иванисова О.В. Аксиоматические теории в курсе математической логики // Педагогика высшей школы. — 2017. — № 3. — с. 28–38.
2. Мендельсон, Э. Введение в математическую логику. — М.: Наука, 1976. — 320 с.

ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Международный научный журнал

№ 1 (11) / 2018

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Ахметова М.Н.

Члены редакционной коллегии:

Иванова Ю.В.

Сараева Н.М.

Авдеюк О.А.

Данилов О.Е.

Жуйкова Т.П.

Игнатова М.А.

Кузьмина В.М.

Макеева И.А.

Данилов А.М. (Россия)

Демидов А.А. (Россия)

Досманбетова З.Р. (Казахстан)

Ешиев А.М. (Кыргызстан)

Жолдошев С.Т. (Кыргызстан)

Игисинов Н.С. (Казахстан)

Кадыров К.Б. (Узбекистан)

Кайгородов И. Б. (Бразилия)

Каленский А.В. (Россия)

Козырева О.А. (Россия)

Колпак Е.П. (Россия)

Кошербаева А.Н. (Казахстан)

Курпаяниди К.И. (Узбекистан)

Куташов В.А. (Россия)

Кыят Э.Л. (Турция)

Лю Цзюань (Китай)

Малес Л.В. (Украина)

Нагервадзе М.А. (Грузия)

Прокопьев Н.Я. (Россия)

Прокофьева М.А. (Казахстан)

Рахматуллин Р.Ю. (Россия)

Ребезов М.Б. (Россия)

Сорока Ю.Г. (Украина)

Узаков Г.Н. (Узбекистан)

Федорова М.С. (Россия)

Хоналиев Н.Х. (Таджикистан)

Хоссейни А. (Иран)

Шарипов А.К. (Казахстан)

Шуклина З.Н. (Россия)

Руководитель редакционного отдела:

Кайнова Г.А.

Ответственный редактор:

Осянина Е.И.

Художник: Шишков Е.А.

Верстка: Бурьянов П.Я.

Международный редакционный совет:

Айрян З.Г. (Армения)

Арошидзе П.Л. (Грузия)

Атаев З.В. (Россия)

Ахмеденов К.М. (Казахстан)

Бидова Б.Б. (Россия)

Борисов В.В. (Украина)

Велковска Г.Ц. (Болгария)

Гайич Т. (Сербия)

Данатаров А. (Туркменистан)

Адрес редакции:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2410-7352

Подписано в печать 5.02.2018. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»,

420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25