ИГОРЬ ВИКТОРОВИЧ ВЕНИН И ЕГО ВКЛАД В РАЗРАБОТКУ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДЕФИБРИЛЛЯТОРОВ

В. А. Востриков[1,2], Б. Б. Горбунов[3]

[1] НИИ общей реаниматологии им. В. А. Неговского РАМН, Москва
[2] Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова,
[3] Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Зеленоград, Москва

Igor Viktorovich Venin and His Contribution to the Design of Russian Defibrillators

V. A. Vostrikov[1,2], B. B. Gorbunov[3]

[1] V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow
[2] I. M. Sechenov First Moscow State Medical University
[3] National Research University of Electronic Technology, Zelenograd, Moscow

5 августа 2013 г. Игорю Викторовичу исполнилось 75 лет, из которых около 50 было посвящено электронному медицинскому приборостроению. С 1966 по 2012 г. под руководством И. В. Венина было разработано и запущено в серийное производство 16 моделей дефибриллятора: один с монополярным импульсом и 15 — с импульсами биполярной формы, из них 6 «токовых» с биполярными импульсами трех видов (квазисинусоидальный, трапецеидальный и квазисинусоидальный ступенчатый). Ключевым достижением И. В. Венина является разработка первых в мире дефибрилляторов с биполярным импульсом на 24 года раньше, чем в США. Все это составляет около половины от общего количества разработанных и переданных в производство в СССР, России и Украине с 1952 по 2012 г. ***Ключевые слова:*** **И. В. Венин, дефибриллятор, импульсы биполярной формы.**

On August 5, 2013 Igor Viktorovich Venin was 75 years old and devoted about 50 years of his life to medical electronic instrumentation engineering. In 1966 to 2012, sixteen defibrillator models including one with an unipolar pulse and 15 with bipolar pulses, out of them 6 current models with three (quasi-sinusoidal, trapezoidal, and quasi-sinusoidal step-functional) types of bipolar pulses were designed and put into serial production under the direction of I. V. Venin. The key achievement of I.V. Venin is that he developed the world's first defibrillators with a bipolar pulse 24 years earlier than in the USA. This all amounts to about one half of the total number of defibrillators designed and transferred to production in the USSR, Russia, and Ukraine in 1952 to 2012. ***Key words:*** **I.V. Venin, defibrillator, bipolar pulses.**

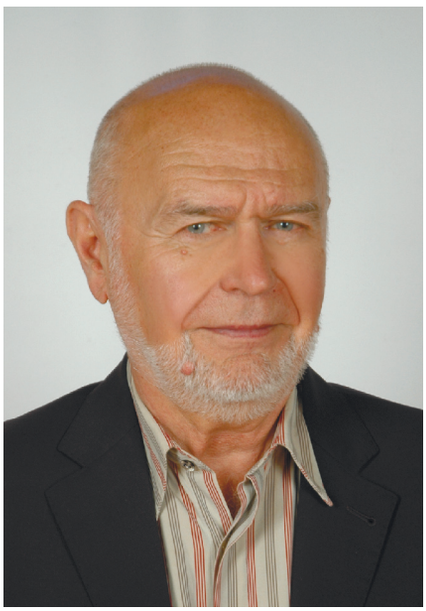
Вторая половина XX века была эпохой бурного развития и внедрения метода электрической дефибрилляции сердца в кардиореанимацию и интенсивную терапию. В СССР большой вклад в решение этой проблемы внесли электрофизиолог Наум Лазаревич Гурвич и инженер-электрик Игорь Викторович Венин [1]. Следует отметить, что с конца 60-х годов прошлого века и до настоящего времени И. В. Венин является одним из ведущих специалистов, под руководством которого было разработано несколько поколений дефибрилляторов (первоначально с высокоэнергетическим монополярным и затем — очень эффективными и безопасными низкоэнергетическими биполярными импульсами) (рис. 1).

5 августа 2013 г. Игорю Викторовичу исполнилось 75 лет, из которых около 50 лет было посвящено электронному медицинскому приборостроению. В 1965 г. он окончил Львовский политехнический институт. После окончания института работал инженером в лаборатории № 5 «Медтехники» Львовского СКБ «Теплоконтроль», затем — в Головном специальном конструкторско-технологическом бюро электронной медицинской аппаратуры (ГСКТБ ЭМА) старшим инженером, с декабря 1966 г. — ведущим инженером. В 1970 г. ГСКТБ ЭМА было реорганизовано во Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт радиоэлектронной медицинской аппаратуры (ВНИКИ РЭМА), где И. В. Венин работал старшим научным сотрудником в отделе приборов для электрокардиографии. В сентябре 1975 г. во ВНИКИ РЭМА тематика работ по дефибрилляции была выделена в самостоятельную научно-исследовательскую лабораторию (НИЛ-3), а И. В. Венин был назначен ее заведующим. В 1990 г. лаборатория была реорганизована в Научно-исследовательский отдел ВНИКИ РЭМА. С 1998 г. по настоящее время возглавляет Львовскую исследовательскую группу инженеров (Венин И. В., Редько А. И. и Сериков С. В.), основным направлением деятельности которой является разработка дефибрилляторов с биполярным импульсом. Весь творческий путь Игоря Викторовича можно разделить на 3 этапа.

Адрес для корреспонденции (Correspondence to):

Востриков Вячеслав Александрович (Vostrikov V. A.)
E-mail: vostrikov.v@mtu-net.ru

Первый этап (1966—1967 гг.) — разработка и конструирование «монополярного» дефибриллятора (дефибрилляторы первого поколения). Первый дефибриллятор, который был разработан в 1967 г. под руководством И. В. Венина — ИД-66 (табл.). Как и две предыдущие модели советских дефибрилляторов он генерировал монополярный импульс с нестабильной амплитудой 2-й фазы, которая исчезала при увеличении сопротивления нагрузки до 90—100 Ом (рис. 1). Максимальная выделяемая энергия разряда достигала 490 Дж. Следует отметить, что ИД-66 разрабатывался И. В. Вениным в тесном сотрудничестве с д. м. н. Н. Л. Гурвичем (Лаборатория общей реаниматологии АМН СССР) и к. б. н. Б. М. Цукерманом (Институт хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР). Принципиальным отличием ИД-66 от первой модели импульсного монополярного дефибриллятора «системы Н. Л. Гурвича» (ИД-1-ВЭИ, 1952 г.) было значительное уменьшение габаритных размеров (в 1,9 раза) и веса (с 30 до 22 кг). Вместе с тем форма импульса отличалась несущественно.



Игорь Викторович Венин.

Второй этап (1968—1990 гг.) — разработка и конструирование первых в мире биполярных дефибрилляторов (дефибрилляторы второго поколения). В этот период Игорь Викторович активно совмещает выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с участием в экспериментальных исследованиях пороговой дефибрилляции, проводимых под руководством Н. Л. Гурвича. Следует отметить, что данный этап является ключевым не только для всей творческой жизни И. В. Венина, но и для мирового дефибрилляторостроения, по крайней мере, за последние 60 лет. Результаты первого экспериментального использования двухфазного импульса были изложены в 1957 г. в монографии Н. Л. Гурвича «Фибрилляция и дефибрилляция сердца» [2]. Согласно расчетным данным, при дефибрилляции двухполупериодным синусоидальным импульсом понадобилось 60% того количества электричества, которое дефибриллировало сердце при «однополупериодном импульсе». В 1967 г. Н. Л. Гурвич и В. А. Макарычев опубликовали первую экспериментальную статью, в которой показали, что пороговые значения тока у монополярного импульса оказались практически равны (или близки) сумме токов 1-й и 2-й фаз биполярного импульса длительностью около 13—15 мс и амплитудой 2-й фазы 20—55% от первой. На основании этих результатов авторы делают вывод: «...при дефибрилляции двухфазным импульсом наблюдается суммарный эффект раздражающего действия тока обеих фаз». В заключение своих исследований Н. Л. Гурвич и В. А. Макарычев, основываясь на гипотезе «суммации

Серийные дефибрилляторы, разработанные под руководством И. В. Венина

Наименование	Дефибрилляторы	Масса	Начало производства
	Дефибрилляторы с монополярным импульсом		
Дефибриллятор импульсный	ИД-66	22 кг	1968 г.
	Дефибрилляторы с биполярным импульсом		
Дефибриллятор импульсный	ДИ-03	22 кг	1970 г.
Первый дефибриллятор-монитор*	ДКИ-01	55 кг	1971 г.
Первый дефибриллятор с кардиосинхронизацией	ДКИ-Н-01	18 кг	1974 г.
Дефибриллятор импульсный	ДИ-С-04	14 кг	1981 г.
Дефибриллятор с кардиосинхронизацией	ДКИ-Н-02	8 кг	1981 г.
Первый портативный дефибриллятор-монитор	ДКИ-Н-03**	14 кг	1982 г.
Дефибриллятор импульсный	ДЕФИНАР-01	15 кг	1986 г.
Дефибриллятор-монитор	ДКИ-С-05	13 кг	1991 г.
Дефибриллятор-монитор	ДКИ-Н-06	15 кг	1991 г.
	«Токовые» дефибрилляторы с биполярным импульсом		
Дефибриллятор с кардиосинхронизацией	ДКИ-А-01	9 кг	1992 г.
Дефибриллятор-монитор	ДКИ-Н-08	15	1994 г.
Дефибриллятор-монитор	ДЕФИНАР-КАРДИО	23 кг	1996 г.
Дефибриллятор с кардиосинхронизацией	ДКИ-Н-09 Ст	8 кг	1997 г.
Дефибриллятор-монитор	ДКИ-Н-15Ст БИФАЗИК+	5 кг	2002 г.
Дефібрилятор синхронізуємий	ДКІ-Н-02Ст	5,5 кг	2012 г.

Примечание. * — первый дефибриллятор-монитор ДКИ-01 состоял из трех блоков: дефибриллятора, кардиосинхронизатора и блока контроля амплитуды тока и напряжения на электродах; ** — разработан совместно с концерном KONE, Финляндия.

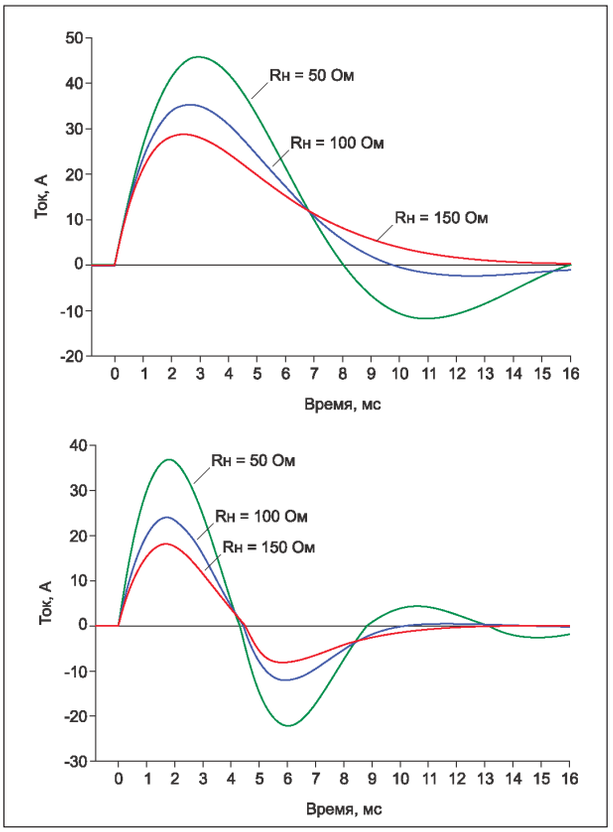


Рис. 1. Слева: монополярный импульс дефибриллятора ИД-66 при сопротивлениях нагрузки: 50, 100 и 150 Ом; при сопротивлении ⩾100—150 Ом импульс становится абсолютно монополярным. Справа: классический биполярный квазисинусоидальный импульс Гурвича-Венина со стабильными соотно-шением амплитуды 1-й и 2-й фаз и длительностью импульса в диапазоне сопротивления 50—150 Ом.

раздражающего эффекта заднего фронта волны импульса», подчеркнули: «...максимальное снижение амплитуды тока первой полуволны может быть достигнуто при равенстве амплитуд обеих полуволн. Применяя одиночный двухфазный импульс с равной амплитудой обеих фаз, можно уменьшить силу тока в два раза» [3—5]. Однако экспериментальные исследования на животных с использованием первых образцов дефибриллятора ДИ-03 с равными амплитудами токов первой и второй фаз не подтвердили выдвинутую авторами гипотезу: пороговые значения энергии, устранявшие 30-секундную фибрилляцию желудочков (ФЖ) монополярным и биполярным импульсами, практически не различались [6]. В 1971 г. Н. Л. Гурвичем, И. В. Вениным, В. Я. Табаком и М. С. Богушевич была экспериментально установлена верхняя граница амплитуды 2-й фазы (~65%), которая обеспечивала явное преимущество биполярного квазисинусоидального импульса по сравнению с импульсом монополярной формы и биполярным импульсом с равными амплитудами обеих фаз (рис. 1) [6]. Схемотехника формирования биполярного квазисинусоидального импульса с любым заданным стабильным соотношением 1-й и 2-й фаз была предложена И. В. Вениным с соавторами в 1968 г. [7]. В 1972 г. в СССР на Львовском заводе РЭМА было начато серийное производство первых в мире дефибрилляторов с биполярным асимметричным квазисинусоидальным импульсом ДИ-03 и ДКИ-01. Оба аппарата были разработаны под руководством И. В. Венина и выделяли на больного, в зависимости от сопротивления грудной клетки (СГК), не более ~140—200 Дж; (рис. 2, табл.).

Работы Н. Л. Гурвича и И. В. Венина продолжили В. Я. Табак, В .А. Востриков и М. С. Богушевич. Результаты совместных экспериментальных исследований сравнительной эффективности и безопасности классических монополярного и биполярного квазисинусоидального импульсов были впервые опубликованы за границей в 1980 г. в журнале Resuscitation [8]. Данная статья вызвала большой интерес у американских исследователей (в частности, у научных сотрудников фирмы Physio-Control Corporation, Редмонд), которые совместно с J. Schuder (University of Missouri, Columbia) подтвердили явное преимущество биполярного импульса в эксперименте на телятах большой массы тела [9]. В 1990 г. руководство фирмы Physio-Control Corporation пригласило И.В. Венина и 3-х сотрудников НИИ общей реаниматологии АМН СССР в Редмонд для проведения совместной рабочей встречи, посвященной медико-техническим аспектам биполярной дефибрилляции (рис. 3).

Импульс первых биполярных дефибрилляторов (ДИ-03 и ДКИ-01) первоначально был известен как импульс Гурвича и затем — как биполярный квазисинусоидальный импульс Гурвича-Венина в связи с большим вкладом Игоря Викторовича в его оптимизацию и разработку серии новых моделей биполярных дефибрилляторов, широко используемых в СССР и Финляндии [1]. В СССР первые данные о клиническом применении низкоэнергетического биполярного импульса, полученного с помощью приставки к дефибриллятору ИД-1-ВЭИ, были опубликованы в 1969 г. [10] и в 1971 г. после клинических испытаний дефибриллятора ДКИ-01 [6]. Оба аппарата в основном применяли для устранения предсердных тахиаритмий.

Первые клинические исследования эффективности импульса Гурвича-Венина во время внезапной остановки сердца, вызванной ФЖ, были опубликованы в 1994—1999 гг. [11—13] и затем — в 2003 г. [14] с детальным анализом дозозависимого успеха низкоэнергетических разрядов при устранении первичной и вторичной ФЖ. Одновременно с клиническими исследованиями проводили и экспериментальные, в которых оценивали влияние основных кардиальных и экстракардиальных факторов на эффективность и безопасность импульса Гурвича-Венина [15, 16]. Для проведения комплексных исследований (руководитель — ведущий научный сотрудник НИИ общей реаниматологии РАМН В. А. Востриков) И.В. Вениным были разработаны уникальные измерительные модули основных параметров биполярного квазисинусоидального импульса к двум клиническим дефибрилляторам (ДКИ-С-05 и ДКИ-С-06) и экспериментальной установке. Первые исследования эффективности экспериментального дефибриллятора с

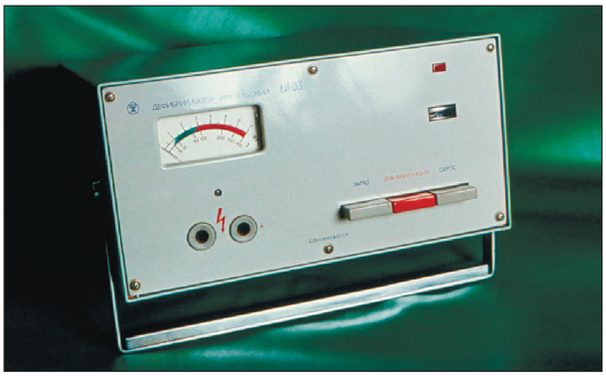


Рис. 2. Первый в мире дефибриллятор (ДИ-03), генерирующий классический биполярный квазиси-нусоидальный импульс Гурвича-Венина; вес 22 кг.

Рис. 3. Рабочая встреча в США, март 1990 г. (штат Вашингтон, Редмонд, фирма Physio-Control). Слева направо: к. м. н. Иванов Г. Г., директор НИИ ОР АМН СССР, проф. Семёнов В. Н., к. м. н. Востриков В. А. (НИИ ОР АМН СССР), Венин И. В. (зав. научно-исследовательской лабораторией НПО РЭМА) и президент Physio-Control Gilbert W. Anderson.

импульсом Гурвича-Венина, разработанного в США, были опубликованы в 1995 г. [17]. Первый серийный дефибриллятор с биполярным трапецеидальным импульсом (AED ForeRunner™) был выпущен в США в 1996 г. (на 24 года позже отечественных) [18—20].

Третий этап (с 1990 г. по настоящее время) — разработка и конструирование «токовых» биполярных дефибрилляторов (третье поколение дефибрилляторов). Принято считать, что для проведения успешной дефибрилляции через сердце должен проходить ток достаточной силы, способный деполяризовать критическую массу миокарда (обычно это ⩾90% от всей массы желудочков сердца) [21]. В связи с тем, что СГК больных находится в очень широком диапазоне (от ~25 до ~180 Ом), использование укоренившегося в практике метода градации дозы разрядов по величине энергии является «нефизиологическим дескриптором» дефибрилляции. В то же время дефибрилляция, основанная на стабильных уровнях тока, является лучшим физиологическим критерием ее дозы [22—24]. Таким образом, метод «токовой дефибрилляции», с одной стороны, позволяет избегать нанесения первых неэффективных разрядов из-за выделения недостаточной энергии и, соответственно, тока у больных с высоким СГК. С другой стороны, у больных с небольшим СГК при нанесении суб- и максимальных разрядов будет предупреждать выделение чрезмерно большого тока; последний может повреждать миокард и приводить к неэффективной дефибрилляции[1].

Первая переходная модель неполного «токового»[2] биполярного дефибриллятора ДКИ-А-01 (табл.) была разработана И. В. Вениным и его сотрудниками в 1991 г. Из-за технических трудностей авторам в этот период времени не удалось (в реальном диапазоне СГК) обеспечить стабильную силу тока максимального разряда. Поэтому, как и у предыдущих моделей, значение максимального разряда было градуировано не по амплитуде тока, а по величине энергии (190 Дж). В следующих трех моделях «токовых» дефибрилляторов (табл.) эта техническая проблема была успешно решена. Следующая актуальная задача — уменьшение весогабаритных характеристик дефибрилляторов. В 1998—2000 гг. Львовской группой инженеров под руководством И. В. Венина был разработан первый на постсоветском пространстве аппарат (ДКИ-Н-15 Ст БИФАЗИК+), отвечающий всем требованиям «токовой дефибрилляции», вес которого с монитором и блоком универсального питания составил 5,5 кг (табл.). Значительного уменьшения веса удалось достичь за счет перехода от биполярного квазисинусоидального к стабильному биполярному трапецеидальному импульсу. Производство этого дефибриллятора было осуществлено в 2001 г. НПП МЕТЕКОЛ (г. Нежин, Украина) совместно с Львовской группой инженеров. Дефибриллятор успешно прошел техническую приемку, клинические испытания и сертификацию. С 2002 г. «БИФАЗИК+» успешно используется в клиниках Украины и России.

Для успешной реализации метода «токовой» дефибрилляции принципиально важной задачей является определение оптимальной силы тока, которая независимо от СГК больного при нанесении первого биполярного разряда обеспечивала бы 90% успех дефибрилляции желудочков сердца. Согласно нашим клиническим исследованиям, при использовании импульса Гурвича-Венина его величина составляет 25 А [15, 25, 26]. Данные результаты были включены в медико-технические требования на дефибриллятор ДКИ-Н-15 Ст «БИФАЗИК+». В 2010 г. И. В. Вениным и его коллегами была модернизирована старая модель дефибриллятора ДКИ-Н-02 (1982 г.) за счет перехода на новый (ступенчатый) вид биполярного квазисинусоидального импульса (ДКИ-Н-02 Ст) (табл.). Замена

[1] В первую очередь это относится к монополярным дефибрилляторам и биполярным с максимальной энергией разряда 360 Дж.
[2] Первые 4 дозы разрядов градуированы в значениях силы тока (А) и 5-я — энергии (Дж).

классического импульса Гурвича-Венина на ступенчатый импульс позволила увеличить дозозависимую эффективность дефибрилляции, о чем свидетельствуют клинические и косвенно-экспериментально-теоретические исследования [27], а также снизить массу аппарата с 8 до 5,5 кг.

В целом с 1966 по 2012 г. под руководством И. В. Венина было разработано и запущено в серийное производство 16 моделей дефибриллятора (табл.): один с монополярным импульсом и 15 — с импульсами биполярной формы, из них 6 «токовых» с биполярными импульсами трех видов (квазисинусоидальный, трапецеидальный и квазисинусоидальный ступенчатый). Все это составляет около половины от общего количества дефибрилляторов, разработанных и переданных в производство в СССР, России и Украине с 1952 по 2012 г. Наряду с этим И. В. Вениным были разработаны аппарат для кратковременной электроанестезии для проведения электрической кардиоверсии предсердных тахиаритмий (ЭЛИТАН-01) и аппарат для электросудорожной терапии ЭЛИКОН-01. Результаты многолетних исследований, проведенных И. В. Вениным и соавт., представлены в 2 стандартах, 6 авторских свидетельствах СССР на изобретения, 7 патентах США, Франции, Англии и Финляндии, в 22 статьях и 9 тезисах. Воспоминания Игоря Викторовича о разработке медицинской техники опубликованы в Интернет-публикации [28].

В заключение хотелось бы отметить, что И. В. Венин на сегодняшний день является, вероятно, единственным в стране высококвалифицированным профессионалом, который на протяжении почти 50 лет полностью посвятил себя проблеме разработки и конструирования инновационных дефибрилляторов.

Редколлегия журнала «Общая реаниматология» и коллеги поздравляют Игоря Викторовича с 75-летним юбилеем, желают ему дальнейших творческих успехов, здоровья, удачи и продолжения сотрудничества.

Литература

1. *Востриков В.А., Горбунов Б.Б.* Отечественная история дефибрилляции сердца. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (3): 63—68.
2. *Гурвич Н.Л.* Фибрилляция и дефибрилляция сердца. М.: МЕДГИЗ; 1957: 117—122.
3. *Гурвич Н.Л., Макарычев В.А.* Электроимпульсный метод лечения аритмий сердца. В кн.: *Павленко С.М. (ред.).* Фибрилляция и дефибрилляция сердца. Мат-лы симпозиума 21—22 июня 1966 г. М.; 1966: 97—100.
4. *Гурвич Н.Л., Макарычев В.А.* Дефибрилляция сердца двухфазными электрическими импульсами. *Кардиология*. 1967; 5 (7): 109—112.
5. *Гурвич Н.Л.* Оптимальная форма электрического импульса для устранения аритмий сердца. В кн.: *Неговский В.А., Гурвич А.М. (ред.).* Восстановительный период после оживления. Патофизиология в эксперименте и клинике. М.; 1970: 161—166.
6. *Гурвич Н.Л., Табак В.Я., Богушевич М.С., Венин И.В.* Дефибрилляция сердца двухфазным импульсом в эксперименте и клинике. *Кардиология*. 1971; 11 (8): 126—130.
7. *Венин И.В., Гурвич Н.Л., Олифер Б.М., Пасичник Т.В., Савельев В.И., Сорокин В.Н., Цукерман Б.М., Шерман А.М.* Дефибриллятор. Авторское свидетельство СССР № 258526 с приоритетом от 5.05.1968 г. *Бюл. изобретений и товарных знаков*. 1970; 1.
8. *Negovsky V.A., Smerdov A.A., Tabak V.Y., Venin I.V., Bogushevich M.S.* Criteria of efficiency and safety of defibrillating impulse. *Resuscitation*. 1980; 8 (1): 53—67.
9. *Schuder J.C., Mc Daniel W.C., Stoekle K.H.* Comparison of effectiveness of relay-switched, one-cycle quasisinusoidal waveform with critically damped sinusoid waveform with critically damped sinusoid waveform in transthoracic defibrillation of 100 kg calves. *Med. Instrumentation*. 1988; 22 (6): 281—285.
10. *Лукошевичуте А., Смайлис А., Гасюнас В., Тафтене С.* Применение биполярного импульса в клинике для лечения мерцания предсердий. В кн.: *Бредикис Ю. И. (ред.).* Электрическая стимуляция и дефибрилляция сердца. Мат-лы науч. конф. 12—13 сентября 1969 г. Каунас; 1969: 53—54.
11. *Vostrikov V.A., Holin P.V., Razumov K.V.* Efficiency of biphasic waveforms in transthoracic ventricular defibrillation of man. Proceedings of a symposium Eighth Purdue Conference on Cardiac Defibrillation. Symposium abstract: V biphasic defibrillation. *Am. Heart J*. 1994; 128 (3): 638.
12. *Vostrikov V., Kholin P., Razumov K.* Effectiveness of quasi-sinusoidal biphasic waveform in transthoracic ventricular defibrillation of humans. 4th Congress of the European Resuscitation Council, ERC. *Resuscitation*. 1998; 37 (2): S42, O16.
13. *Востриков В.А., Холин П.В., Разумов К.В.* Трансторакальная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность биполярного синусоидального импульса. *Анестезиология и реаниматология*. 1999; 1: 44—47.
14. *Востриков В.А., Сыркин А.Л., Холин П.В., Разумов К.В.* Внутрибольничная дефибрилляция желудочков сердца: эффективность биполярного синусоидального импульса. *Кардиология*. 2003; 43 (12): 51—58.
15. *Востриков В.А.* Эффективность и безопасность электрической дефибрилляции желудочков сердца: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2000: 44.
16. *Востриков В.А.* Эффективность и безопасность электрической дефибрилляции желудочков сердца: эксперимент и клиника. *Общая реаниматология*. 2012; 8 (4): 79—87.
17. *Greene H.L., DiMarco J.P., Kudenchuk P.J., Scheinman M.M., Tang A.S., Reiter M.J., Echt D.S., Chapman P.D., Jazayeri M.R., Chapman F.W.* Comparison of monophasic and biphasic defibrillating pulse waveforms for transthoracic cardioversion. *Am. J. Cardiol*. 1995; 75 (16): 1135—1139.
18. *Востриков В.А.* Электрическая дефибрилляция при внезапной остановке сердца на догоспитальном этапе. *Общая реаниматология*. 2005; 1 (3): 41—45.
19. *Cummins R.O., Hazinski M.F., Kerber R.E., Kudenchuk P., Becker L., Nichol G., Malanga B., Aufderheide T.P., Stapleton E.M., Kern K., Ornato J.P., Sanders A., Valenzuela T., Eisenberg M.* Low-energy biphasic waveform defibrillation: evidence-based review applied to emergency cardiovascular care guidelines. Low-energy biphasic waveform defibrillation: evidence-based review applied to emergency cardiovascular careguidelines: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association Committee onEmergency Cardiovascular Care and the Subcommittees on Basic Life Support, Advanced Cardiac Life Support, and Pediatric Resuscitation. *Circulation*. 1998; 97 (16): 1654—1667.
20. *Франек О.* Использование автоматического наружного дефибриллятора (случай из практики). *Общая реаниматология*. 2011; 7 (1): 65—67.
21. *Zipes D.P., Fischer J., King R.M., Nicoll A. de B., Jolly W.W.* Termination of ventricular fibrillation in dogs by depolarizing a critical amount of myocardium. *Am. J. Cardiol*. 1975; 36 (1): 37—44.
22. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care — an International Consensus on Science. Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation. *Resuscitation*. 2000; 46 (1—3): 109—113.
23. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 5: Electrical Therapies: Automated External Defibrillators, Defibrillation, Cardioversion, and Pacing. *Circulation*. 2005; 112 (24 Suppl): IV35—IV46.
24. *Ristagno G., Yu T., Quan W., Freeman G., Li Y.* Current is better than energy as predictor of success for biphasic defibrillatory shocks in a porcine model of ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2013; 84 (5): 678—683.
25. *Vostrikov V., Kholin P., Maslov O.* Relationship between transthoracic impedance and biphasic current required for ventricular defibrillation: 4th Congress of the Europiean Resuscitation, Council, ERC. *Resuscitation*. 1998; 37 (2): S14, P13.
26. *Vostrikov V.A., Razumov K.V., Venin I.V.* Current requirements for in-hospital termination of ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2004; 62 (3): 336.
27. *Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Гусев А.Н., Селищев С.В.* Определение пороговой энергии монополярных дефибриллирующих импульсов с использованием модели кардиомиоцита Luo-Rudy. *Медицинская техника*. 2013; 2: 6—9.
28. *Венин И.В., Востриков В.А., Горбунов Б.Б., Селищев С.В.* История дефибрилляции в СССР, России и Украине: техника на службе медицины.

References

1. *Vostrikov V.A., Gorbunov B.B.* Otechestvennaya istoriya defibrillyatsii serdtsa. [Russian history of cardiac defibrillation]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2012; 8 (3): 63—68. [In Russ.]

2. *Gurvich N.L.* Fibrillyatsiya i defibrillyatsiya serdtsa. [Cardiac fibrillation and defibrilation]. Moscow: MEDGIZ; 1957: 117—122. [In Russ.]
3. *Gurvich N.L., Makarychev V.A.* Elekroimpulsnyi metod lecheniya aritmii serdtsa. V kn.: *Pavlenko S.M. (red.)*. Fibrillyatsiya i defibrillyatsiya serdtsa. Materialy simpoziuma 21—22 iyunya 1966 g. [Electropulse treatment for cardiac arrhythmias. In: *Pavlenko S.M. (ed.)*. Cardiac fibrillation and defibrillation. Proceedings of the Symposium, 21—22 June, 1966]. Moscow; 1966: 97—100. [In Russ.]
4. *Gurvich N.L., Makarychev V.A.* Defibrillyatsiya serdtsa dvukhfaznymi elektricheskimi impulsami. [Cardiac defibrillation with biphasic electrical impulses]. *Kardiologiya*. 1967; 5 (7): 109—112. [In Russ.]
5. *Gurvich N.L.* Optimalnaya forma elektricheskogo impulsa dlya ustraneniya aritmii serdtsa. V kn.: *Negovsky V.A., Gurvich A.M. (red.)*. Vosstanovitelnyi period posle ozhivleniya. Patofiziologiya v eksperimente i klinike. [The optmal form of an electrical impulse to eliminate cardiac arrhythmias. In: *Negovsky V.A., Gurvich A.M. (eds.)*. The recovery period after resuscitation. Experimental and clinical pathophysiology]. Moscow; 1970: 161—166. [In Russ.]
6. *Gurvich N.L., Tabak V.Ya., Bogushevich M.S., Venin I.V.* Defibrillyatsiya serdtsa dvukhfaznym impulsom v eksperimente i klinike. [Biphasic impulse cardiac defifrillation in the experiment and clinic]. *Kardiologiya*. 1971; 11 (8): 126—130. [In Russ.]
7. *Venin I.V., Gurvich N.L., Olifer B.M., Pasichnik T.V., Savelyev V.I., Sorokin V.N., Tsukerman B.M., Sherman A.M.* Defibrillyator. Avtorskoe svidetelstvo SSSR № 258526 s prioritetom ot 5.05.1968 g. [Defibrillator. USSR author's certificate No. 258526 with the priority of May 5, 1968]. *Byulleten Izobretenii i Tovarnykh Znakov.* 1970; 1. [In Russ.]
8. *Negovsky V.A., Smerdov A.A., Tabak V.Y., Venin I.V., Bogushevich M.S.* Criteria of efficiency and safety of defibrillating impulse. *Resuscitation*. 1980; 8 (1): 53—67.
9. *Schuder J.C., Mc Daniel W.C., Stoekle K.H.* Comparison of effectiveness of relay-switched, one-cycle quasisinusoidal waveform with critically damped sinusoid waveform with critically damped sinusoid waveform in transthoracic defibrillation of 100 kg calves. *Med. Instrumentation*. 1988; 22 (6): 281—285.
10. *Lukoshevichute A., Smailis A., Gasyunas V., Taftene S.* Primenenie bipolyarnogo impulsa v klinike dlya lecheniya mertsaniya predserdii. V kn.: *Bredikis Yu.I. (red.)*. Elektricheskaya stimulyatsiya i defibrillyatsiya serdtsa. Materialy nauchnoi konferentsii 12—13 sentyabrya 1969 g. [Clinical application of a bipolar impulse for the treatment of atrial fibrillation. In: *Bredikis Yu.I. (ed.)*. Electrical stimulation and defibrilllaton of the heart. Proceedings of the Scientific Conference, 12-13 September, 1969]. Kaunas; 1969: 53—54. [In Russ.]
11. *Vostrikov V.A., Holin P.V., Razumov K.V.* Efficiency of biphasic waveforms in transthoracic ventricular defibrillation of man. Proceedings of a symposium Eighth Purdue Conference on Cardiac Defibrillation. Symposium abstract: V biphasic defibrillation. *Am. Heart J.* 1994; 128 (3): 638.
12. *Vostrikov V., Kholin P., Razumov K.* Effectiveness of quasi-sinusoidal biphasic waveform in transthoracic ventricular defibrillation of humans. 4th Congress of the European Resuscitation Council, ERC. *Resuscitation*. 1998; 37 (2): S42, O16.
13. *Vostrikov V.A., Kholin P.V., Razumov K.V.* Transtorakalnaya defibrillyatsiya zheludochkov serdtsa: effektivnost bipolyarnogo sinusoidalnogo impulsa. [Transthoracic ventricular defibrillation: efficiency of a bipolar sinusoidal impulse]. *Anesteziologiya i Reanimatologiya*. 1999; 1: 44—47. [In Russ.]
14. *Vostrikov V.A., Syrkin A.L., Kholin P.V., Razumov K.V.* Vnutribolnichnaya defibrillyatsiya zheludochkov serdtsa: effektivnost bipolyarnogo sinusoidalnogo impulsa. [Intrahospital ventricular defibrillation: efficiency of a bipolar sinusoidal impulse]. *Kardiologiya*. 2003; 43 (12): 51—58. [In Russ.]
15. *Vostrikov V.A.* Effektivnost i bezopasnost elektricheskoi defibrillyatsii zheludochkov serdtsa: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. [Efficiency and safety of electrical ventricular defibrillation: Abstract of Doct. Med. Sci. Dissertation]. Moscow, 2000: 44. [In Russ.]
16. *Vostrikov V.A.* Effektivnost i bezopasnost elektricheskoi defibrillyatsii zheludochkov serdtsa: eksperiment i klinika. [Efficiency and safety of electrical ventricular defibrillation: Experiment and clinic]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2012; 8 (4): 79—87. [In Russ.]
17. *Greene H.L., DiMarco J.P., Kudenchuk P.J., Scheinman M.M., Tang A.S., Reiter M.J., Echt D.S., Chapman P.D., Jazayeri M.R., Chapman F.W.* Comparison of monophasic and biphasic defibrillating pulse waveforms for transthoracic cardioversion. *Am. J. Cardiol.* 1995; 75 (16): 1135—1139.
18. *Vostrikov V.A.* Elektricheskaya defibrillyatsiya pri vnezapnoi ostanovke serdtsa na dogospitalnom etape. [Prehospital electrical defibrillation in sudden cardiac arrest]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2005; 1 (3): 41—45. [In Russ.]
19. *Cummins R.O., Hazinski M.F., Kerber R.E., Kudenchuk P., Becker L., Nichol G., Malanga B., Aufderheide T.P., Stapleton E.M., Kern K., Ornato J.P., Sanders A., Valenzuela T., Eisenberg M.* Low-energy biphasic waveform defibrillation: evidence-based review applied to emergency cardiovascular care guidelines. Low-energy biphasic waveform defibrillation: evidence-based review applied to emergency cardiovascular careguidelines: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association Committee onEmergency Cardiovascular Care and the Subcommittees on Basic Life Support, Advanced Cardiac Life Support, and Pediatric Resuscitation. *Circulation*. 1998; 97 (16): 1654—1667.
20. *Franék O.* Ispolzovanie avtomaticheskogo naruzhnogo defibrillyatora (sluchai iz praktiki). [Automated external defibrillator use (a clinical note)]. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2011; 7 (1): 65—67. [In Russ.]
21. *Zipes D.P., Fischer J., King R.M., Nicoll A. de B., Jolly W.W.* Termination of ventricular fibrillation in dogs by depolarizing a critical amount of myocardium. *Am. J. Cardiol.* 1975; 36 (1): 37—44.
22. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care — an International Consensus on Science. Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation. *Resuscitation*. 2000; 46 (1—3): 109—113.
23. 2005 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 5: Electrical Therapies: Automated External Defibrillators, Defibrillation, Cardioversion, and Pacing. *Circulation*. 2005; 112 (24 Suppl): IV35—IV46.
24. *Ristagno G., Yu T., Quan W., Freeman G., Li Y.* Current is better than energy as predictor of success for biphasic defibrillatory shocks in a porcine model of ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2013; 84 (5): 678—683.
25. *Vostrikov V., Kholin P., Maslov O.* Relationship between transthoracic impedance and biphasic current required for ventricular defibrillation: 4th Congress of the Europiean Resuscitation, Council, ERC. *Resuscitation*. 1998; 37 (2): S14, P13.
26. *Vostrikov V.A., Razumov K.V., Venin I.V.* Current requirements for in-hospital termination of ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2004; 62 (3): 336.
27. *Vostrikov V.A., Gorbunov B.B., Gusev A.N., Selishchev S.V.* Opredelenie porogovoi energii monopolyarnykh defibrilliruyushchikh impulsov s ispolzovaniem modeli kardiomiotsita Luo-Rudy. [Determination of the threshold energy of monopolar defibrillating impulses, by using a Luo-Rudy cardiomyocyte model]. *Meditsinskaya Tekhnika*. 2013; 2: 6—9. [In Russ.]
28. *Venin I.V., Vostrikov V.A., Gorbunov B.B., Selishchev S.V.* Istoriya defibrillyatsii v SSSR, Rossii i Ukraine: tekhnika na sluzhbe meditsiny. [History of defibrillation in the USSR, Russia, and Ukraine: Engineeing in the service of medicine]. http: //www.bms.miet.ru/russ-defihist/download/rusdefihist.pdf [In Russ.]

Поступила 29.05.13