Новосибирский государственный технический университет
Факультет автоматики и вычислительной техники

Аппаратно-программный комплекс для урологии

Автор: Педонова З.Н.

Руководитель: к.т.н., доц. Белавская С.В.

Новосибирск

2011 г.

2. Цель:

- Создание конкурентоспособного аппаратно-программного комплекса для урологии с пространственным и временным совмещением 5 воздействующих факторов (тепловое и лазерное излучение, электрические и магнитные поля и ультразвук), обеспечивающего высокую терапевтическую эффективность и снижение сроков лечения.

3. Задачи

- Разработка и создание лабораторного макета устройства и программного обеспечения
- Проведение исследований по влиянию перечисленных факторов на параметры биоткани при индивидуальном воздействии и сочетанном
- Проведение исследований на соответствие устройства ТЗ
- Прохождение доклинических испытаний

4. Введение.

- В современном мире, в век информационных технологий, человек всё чаще ведёт сидячий образ жизни. Сидячий образ жизни вызывает урологические проблемы у мужчин и гинекологические у женщин.
- Физиотерапия традиционно является важной составляющей в профилактике и лечении акушерской и гинекологической патологии и урологии. Физические факторы могут быть основным или вспомогательным методом в комплексе лечебных мероприятий, который включает лекарственную терапию, операции, лечебную гимнастику, диетическое питание и т.д.

5. Новизна

- Максимальное количество используемых в аналогах видов воздействия – 4 (Андро-Гин), наше устройство обеспечивает 5 видов воздействия, что увеличивает его терапевтическую эффективность.
- Планируются модификации рабочего зонда для уретрального, ректального и наружного воздействий.

6. Аналоги

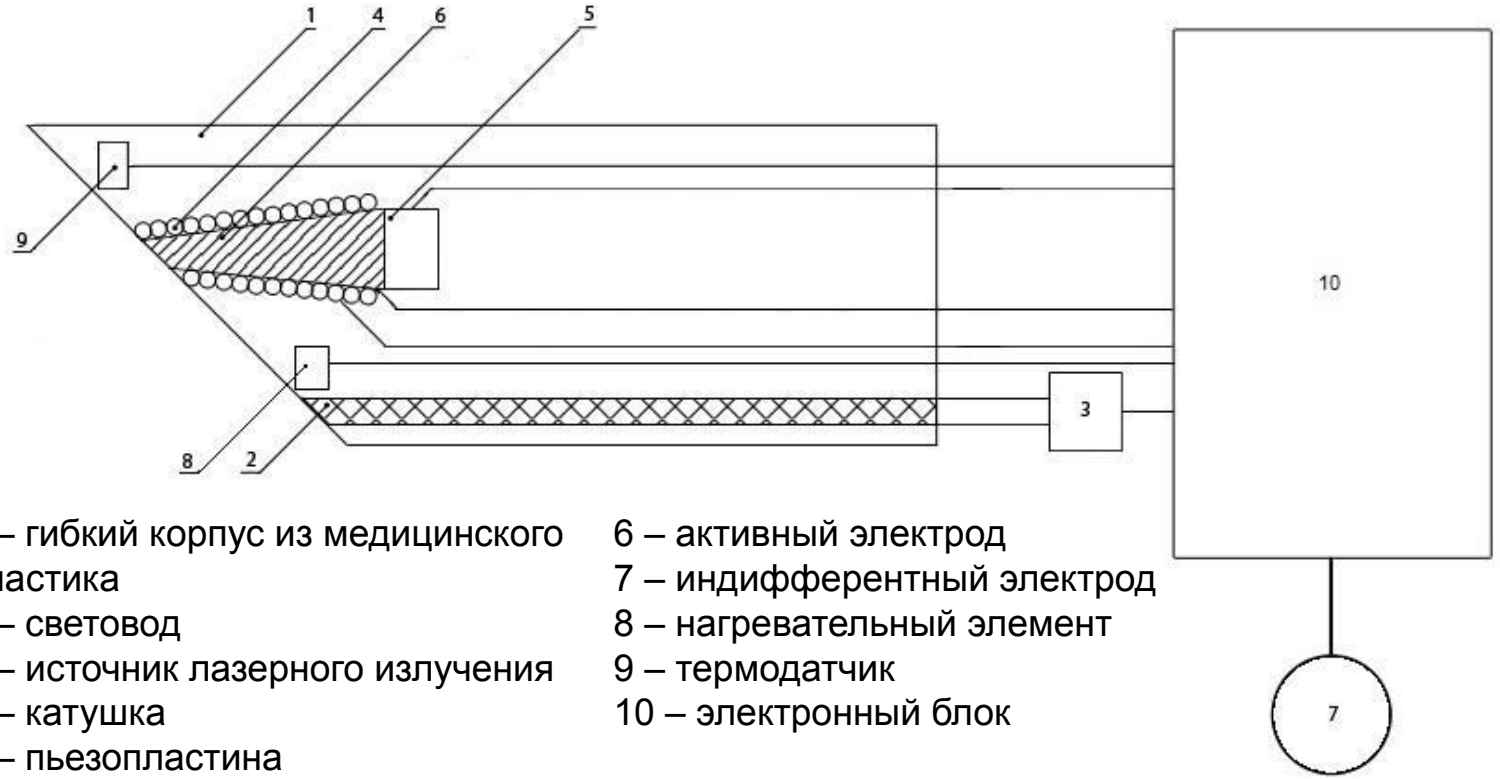
№ п/п	Наименова-ние изделия	Производи-тель	Основные технические характеристики	Назначение, область применения
1	Аппарат электролазерный терапевтический урологический **АЭЛТУ –02** «Ярило-синхро»	ФГУП НИИ «Полюс» г.Москва	-световое излучение: импульсное ИК-излучение (0,9 мкм) непрерывное ИК-излучение (0,81 мкм) излучение (0,67 мкм) - электростимуляция,	Предназначен для лечения больных с хроническим воспалительным заболеванием предстательной железы, семенных пузырьков (простатитов, везикулитов, колликулитов), уретры, в том числе осложненных нарушением половой функции.
2	Аппарат для лазеротерапии в урологии и гинекологии **"ЛАСТ-2"**	ООО «ТРИМА» г.Саратов	- лазерное излучение. Используется полупроводниковый лазер (длина волны 0,65 мкм).	предназначен для непосредственного воздействия на слизистую оболочку трубчатого органа (уретра, прямая кишка, влагалище) излучением красного лазера с целью лечения уретритов, простатитов, кольпитов, цервицитов, циститов и других воспалительных заболеваний.
3	Электростимулятор -аспиратор для лечения хроничес-кого простатита **"Интратон-4"**	ЗАО «МЕДИС ТИМ» г. Москва	Электрических импульсы	- атравматическое активное вакуумное дренирование выводных протоков и долек предстательной железы - прямая электростимуляция предстательной железы.
4	Аппарат для лечения урологических заболеваний **"Интрамаг-М"**	ООО «ТРИМА» г.Саратов	Бегущее магнитное поле	- предназначен для лечения хронических неспецифических уретритов, а также для лечения и профилактики простатитов - воздействие на слизистую уретры по всей ее длине следующих лечебных факторов: ирригация и промывание лекарственным раствором,
5	Аппарат комплексной физиотерапии **АНДРО-ГИН**	*ЗАО «ЯНИНВЕСТ»*	- воздействие световым излучением (цветоимпульсная терапия и светодиодное излучение), - ИК излучение - электростимуляция органов, - магнитотерапия	хронические воспалительные заболевания и функциональные нарушения женской и мужской половой системы. хронические заболевания мочевого пузыря, склероз шейки мочевого пузыря, недержание мочи, неврозоподобные и психосоматические расстройства при заболеваниях урогенитальной сферы.

7. Обоснование

- Низкоинтенсивные факторы способны непосредственно влиять на основные биофизические процессы на субклеточном и молекулярном уровнях. Процессы, вызванные возбуждением или нагреванием тканей организма, служат пусковым звеном физико-химических и биологических реакций, формирующих конечный терапевтический эффект. Даже малые дозы каждого отдельного фактора, могут в сочетанном воздействии с другими факторами обеспечивать высокую эффективность.
- Известно, что при увеличении количества воздействующих факторов, увеличивается терапевтическая эффективность. При сочетанном воздействии, эффект от лечения увеличивается за счет синергизма используемых факторов.
- На кафедре ЭП разработано устройство, которое хорошо себя зарекомендовало при клинических испытаниях, но имело недостаток – узел вибрационного воздействия. Этот узел обладал низкой надежностью, постоянно выходил из строя. Для усовершенствования устройства было решено заменить его на узел ультразвукового воздействия.

8. Конструкция устройства для уретрального воздействия

Получен патент №105170, направлена заявка на получение еще одного патента.



1 – гибкий корпус из медицинского пластика
2 – световод
3 – источник лазерного излучения
4 – катушка
5 – пьезопластина
6 – активный электрод
7 – индифферентный электрод
8 – нагревательный элемент
9 – термодатчик
10 – электронный блок

9. Проведены расчеты узлов устройства .

Интенсивность УЗ излучения можно рассчитать по формуле:

$$I_A = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U_e^2 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0}{l_p} \cdot 10^{-0,1 \cdot \alpha}$$

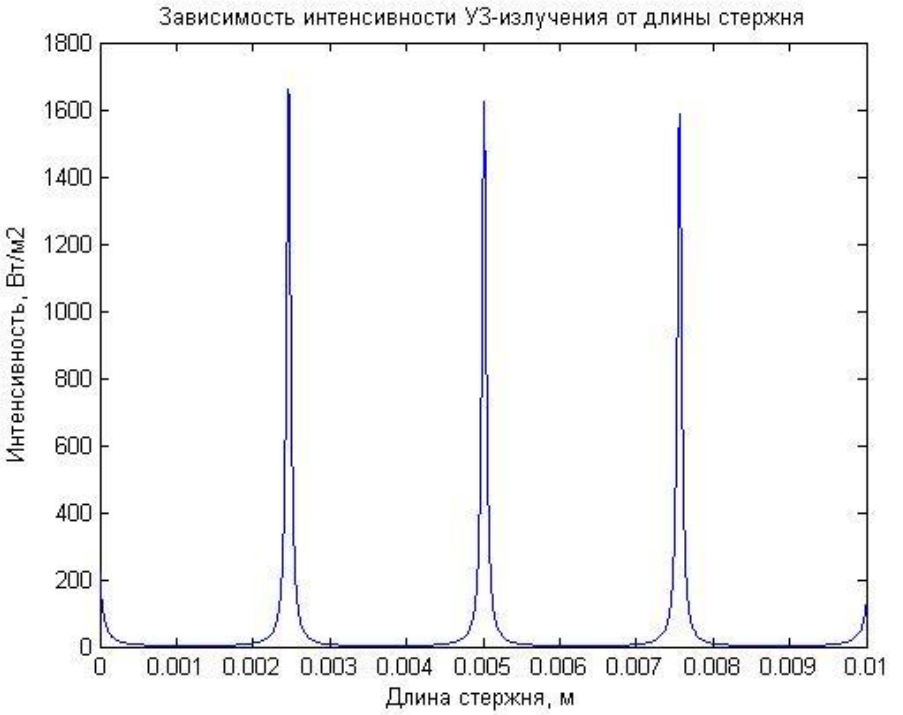
Коэффициент затухания α складывается из двух составляющих:

$\alpha(f) = \alpha_1(f) + \alpha_2(f)$, где α_1 – потери преобразования сигнала из электрического в акустический; α_2 – потери в материале стержня.

$$\alpha_2(f) = 2,8 \cdot 10^{-4} \cdot f \cdot L_c$$

I_A = 1650 Вт/м^2 = 0,165 Вт/см^2

Расчет длины стержня и интенсивности УЗ-излучения



10. Расчет индукции катушки

Для расчета индукции элементарной катушки можно использовать формулу для расчета магнитной индукции соленоида в произвольной точке, лежащей на его оси :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot I \cdot N}{2 \cdot L} \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1),$$

где μ_0 – магнитная постоянная,

I – ток, протекающий через катушку,

N – количество витков катушки;

L – длина катушки;

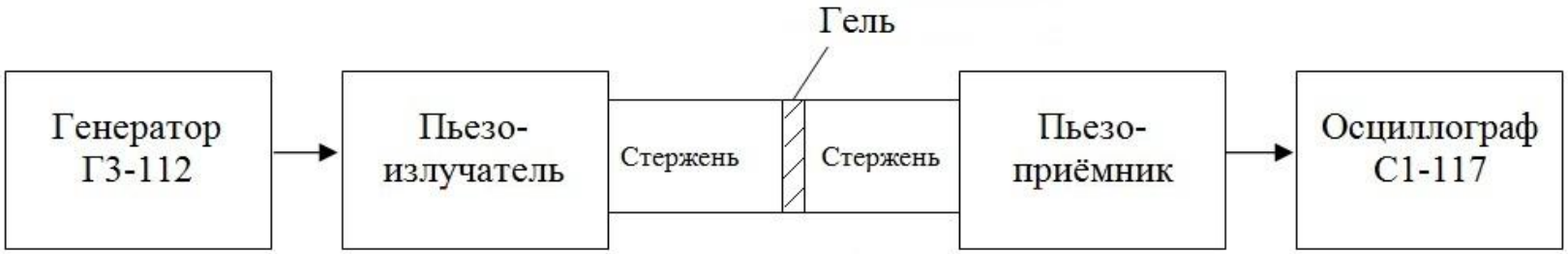
a_1 и a_2 - углы, под которыми из рассматриваемой точки видны концы соленоида ($a_1 > a_2$) между направлением оси X и радиус-векторами, проведенными из точки на оси

к краям катушки.

Величина индукции до 1 мТл.

11. Проведены исследования некоторых узлов устройства на соответствие ТЗ

Исследования работы узла УЗ воздействия



Для экспериментального определения потерь используем формулу:

$$\alpha = 20 \cdot \lg \frac{U_{in}}{U_{out}}$$

где U_{in} – амплитудное напряжение, подаваемое на пьезопластину с генератора;

U_{out} – амплитудное напряжение, регистрируемое осциллографом.

$I \approx 1650$ Вт/м^2 = 0,165 Вт/см^2.

12. Участники проекта

- Руководитель проекта: Педонова З.Н.
- Научный руководитель: к.т.н., доц. Белавская С. В.
- Технический консультант: д.т.н., проф. Лисицына Л.И.
- Мед. консультанты: зав. каф. Урологии, д.м.н., проф. Еркович А.А., к.м.н., ассистент Печурина И.Н.
- Представитель НГТУ: аспирант Верзилин С.А.
- Представитель НГМУ: клинический ординатор Врабие Д.С.

13. Сроки выполнения проекта:

- Изготовление лабораторного макета электронного блока и рабочего органа устройства – 2012 г.
- Разработка программного обеспечения комплекса
- Проведение исследований по влиянию перечисленных факторов на биоткань при индивидуальном воздействии и сочетанном – 2012-2013
- Исследование на соответствие ТЗ рабочего органа и электронного блока – 2012-2013
- Участие в доклинических испытаниях – 2013 г.
- Изготовление устройств для клинических испытаний и сертификации – 2014 г.
- Участие в испытаниях – 2014 г.

14. Прогнозируемый результат проекта

- Данное устройство будет иметь коммерческий успех (при условии отличного прохождения клинических испытаний), т.к. обеспечивает высокую эффективность, при уменьшении интенсивности медикаментозного лечения, что очень актуально при повышенной аллергизации населения. Также следует отметить, что уменьшение сроков лечения и болезненности процедур выгодно выделяет данное устройство среди ближайших аналогов.
- Возможность практической реализации проекта высокая, т.к. подготовлен лабораторный макет рабочего органа устройства согласно патенту РФ, на который получены положительные отзывы ведущих специалистов в урологии.

15. Личный вклад

- Все результаты исследований, опубликованных в статьях и патенте, получены при личном участии автора. Макет рабочего органа был изготовлен лично автором.
- Автором был получен патент, подана заявка на новый патент на полезную модель в соавторстве с научным руководителем, опубликовано 11 научных статей по данной тематике, сделаны доклады на 11 конференциях, получены дипломы I-ой степени на Региональной научно-практической конференции в г. Омске, Всероссийской научной студенческой конференции молодых ученых НТИ-2010, дипломы III-ей степени на Всероссийской научной студенческой конференции молодых ученых НТИ-2011, доклад на стендовой конференции НГТУ в 2011 г. признан в числе лучших.

16. Публикации

1. Патент РФ на полезную модель №105170 «Устройство для полостного воздействия». Авторы: Белавская С.В., Лисицына Л.И., Верзилин С.А., Педонова З.Н. от 10.06.2011, Бюл. №16.
2. Белавская С. В., Лисицына Л.И., Педонова З.Н. Многофункциональный зонд для внутриполостного воздействия с ультразвуковым излучателем. Сборник трудов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» в 3-х томах. Т.2. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011, стр. 58 – 59.
3. Белавская С. В., Педонова З.Н. Биофизические основы сочетанного физиотерапевтического воздействия. Материалы всероссийской научной студенческой конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации», Новосибирск, 2011
4. Белавская С. В., Верзилин С.А., Педонова З.Н., Лисицына Л. И. Влияние лазерного излучения и сочетанного воздействия контрастным температурным и лазерным излучениями на электрическое сопротивление кожного покрова малой площади. Материалы всероссийской научной конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации», часть 2, Новосибирск, 2010, стр. 350 – 351.
5. Белавская С. В., Гаврилов Е.А., Верзилин С. А., Емельянов М. А., Лисицына Л. И., Педонова З. Н. Влияние контрастного температурного воздействия на электрическое сопротивление кожного покрова малой площади. Материалы X международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения», Т 2, Новосибирск, 2010 , стр. 127 – 130.
6. Belavskaya S.V., Verzlin S.A., Gavrilov E.A., Lisitsyna L.I., Pedonova Z.N. Dependence of Influence of Contrast Temperature on Electrical Resistance of the Small Area Integument. Материалы X международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения», Т 1, Новосибирск, 2010 , стр. 32 – 35.

17. Публикации

7. Белавская С. В., Педонова З. Н. Комплексный магнито-ультразвуковой излучатель для воздействия на объекты малой площади. Материалы всероссийской научной студенческой конференции молодых учёных «Наука, технологии, инновации», часть 1, Новосибирск, 2009, стр. 277 – 279.
8. Белавская С. В., Лисицына Л. И., Педонова З. Н. Комплексный магнито-ультразвуковой излучатель для рефлексотерапии. Сборник научных трудов «Техническая электродинамика и электроника», Саратов 2009, стр. 34 – 42.
9. Белавская С. В., Верзилин С. А., Емельянов М. А., Лисицына Л. И., Педонова З. Н. Многофукциональное устройство для внутриполостного воздействия. Материалы региональной научно-практической конференции учёных, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященный Дню радио «Наука, образование, бизнес», Омск, 2010, стр. 184 – 186.
10. Белавская С. В., Верзилин С. А., Гаврилов Е. А., Лисицына Л. И., Педонова З. Н. Анализ влияния некоторых видов физиотерапевтических воздействий на потенциал кожного покрова малой площади. Материалы конференции «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Т1, Новосибирск, 2010, стр. 379 – 383.
11. Svetlana V. Belavskaya, Sergey A. Verzlin, Evgeniy A. Gavrilov, Lilia I. Lisitsyna, Zoya N. Pedonova The Analysis of Influence of Some Kinds of Physiotherapeutic Influences on Electrical Resistance of the Small Area Integument. International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM’2010: Conference Proceedings, 2010, ISBN 978-1-4244-4572-1, ISSN 1815-3712, IEEE Catalog No. 978-1-4244-6628-3 – с. 334 – 336.