

Одними из основных трендов в развитии современной хирургии являются внедрение малоинвазивных и роботических технологий, часто они имеют совмещенный характер.

СЕГОДНЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПРИМЕНЯЕТСЯ
местное охлаждение при проведении радикальной
Робот-ассистированной лапароскопической
простатэктомии (РАЛП) рак предстательной железы



Преимущества робот-ассистированной техники:

- Уменьшение длительности послеоперационного восстановления;
- Малоинвазивность;
- Снижение вероятности травмирования тканей, миниатюризация инструмента
- Снижение влияния тремора

Недостатки современной робот-ассистированной техники:

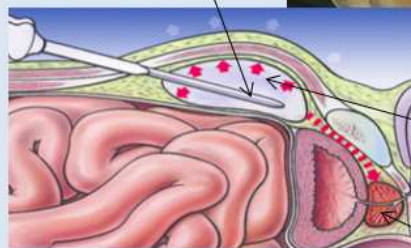
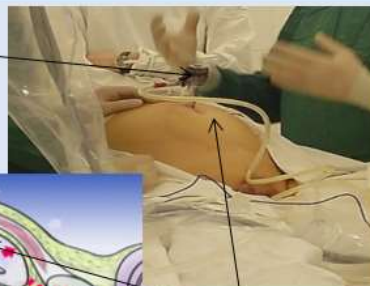
- Возможность тепловой травмы (термоожог);
- Сложности в нервосбережении;
- Отсутствие обратной связи;
- Сложность планирования операции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-08-12030 офи_м.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Малоинвазивная полостная газовая гипотермия (МПГТ)
для РАЛП

Хирургический
роботический
манипулятор



Наддутая брюшная
полость
Предстательная
железа

Избыточное давление 10 .. 25 мм.рт.ст.
Охлаждение биоткани до температуры +5 .. +15°C
Температура газа -5 .. 0°C

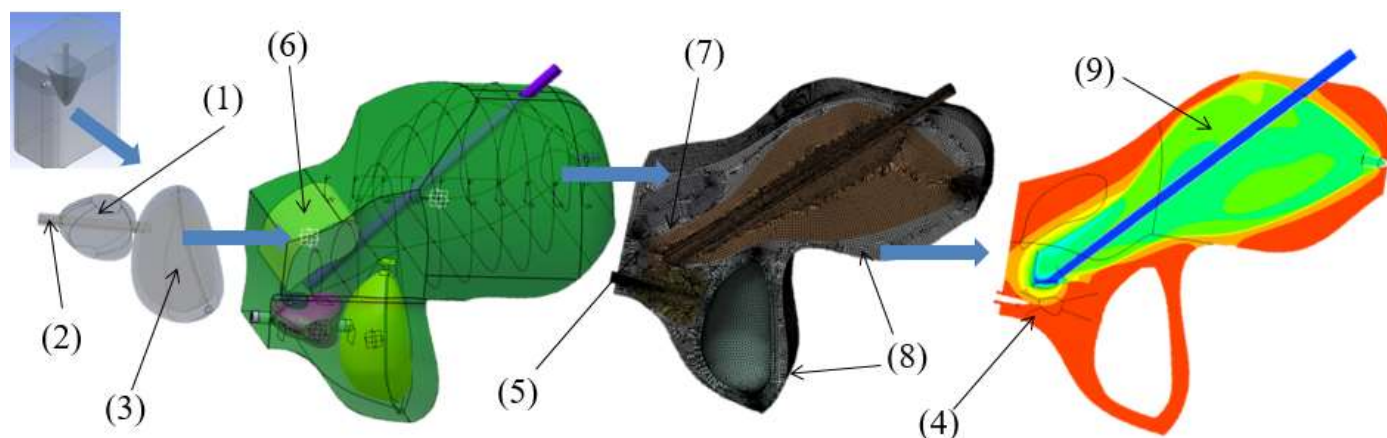
Преимущества данного предложения:

- **Снижение кровопотери;**
- **Снижение вероятности возникновения тепловой травмы;**
- **Нервосбережение.**

На кафедре Э4 в 2013-2015 гг. коллективом молодых специалистов под руководством д.т.н., проф. А.А. Жердева и д.т.н., проф. Д.И. Цыганова проводились работы по выполнению гранта РФФИ «**Моделирование гипотермического охлаждения тканей внутренних органов при роботических операциях**». Целью работ являлось создание фундаментальной базы для решения проблем нервосбережения и кровопотери в робот-ассистированных операциях с помощью применения газового гипотермического охлаждения.

Основная задача работы заключалась в создании теплофизической модели, проверке ее адекватности и проведении численного исследования, которое позволит рассчитывать гипотермическое газовое охлаждение биологической ткани для различных задач с применением различных рабочих сред. В частности, для этого была создана компьютерная программа для моделирования процессов теплообмена текучей среды и биоткани с гарантированной точностью и возможностью анализировать

процесс и вносить изменения во входные параметры под различные частные задачи. Проведено исследование процессов теплообмена и движения среды в случае базового типичного применения такого рода воздействия.



Учитывается:

- моделирование группы органов;
- теплота кровотока, теплота метаболизма;
- сопряженный теплообмен.

В РГМ представлены следующие области (группа внутренних органов):

«простата» (1), «уретра» (2), «мочевой пузырь» (3), «прямая кишка» (4), «мочеполовая диафрагма» (5), «тазовая кость» (6), «паравертикальная жировая ткань» (7), «соединительная жировая ткань» (8) и «текучая среда» (9).

Рис. Компьютерная программа численного моделирования процесса локального криовоздействия на биоткань. Состав геометрической модели.

В рамках работ предложена и рассчитана Малоинвазивная полостная газовая гипотермия - оригинальная схема обеспечения процесса охлаждения при проведении полостных робот-ассистированных операций, осуществляющаяся путем подачи охлажденного газа для создания пневмоперитонеума. Разработана методика расчета криовоздействий, включающая компьютерную программу численного моделирования процесса локального криовоздействия на биоткань с учетом групп органов. С ее использованием решена сопряженная задача теплообмена, учитывающая конвективный теплообмен, учет поступления теплоты в локальную область за счет кровотока и метаболизма, анизотропию свойств биотканей. С учетом связи процесса криовоздействия с обеспечивающим его криомедицинским оборудованием разработана и использована методика анализа результатов расчета обеспечения заданного дозирования криовоздействия.

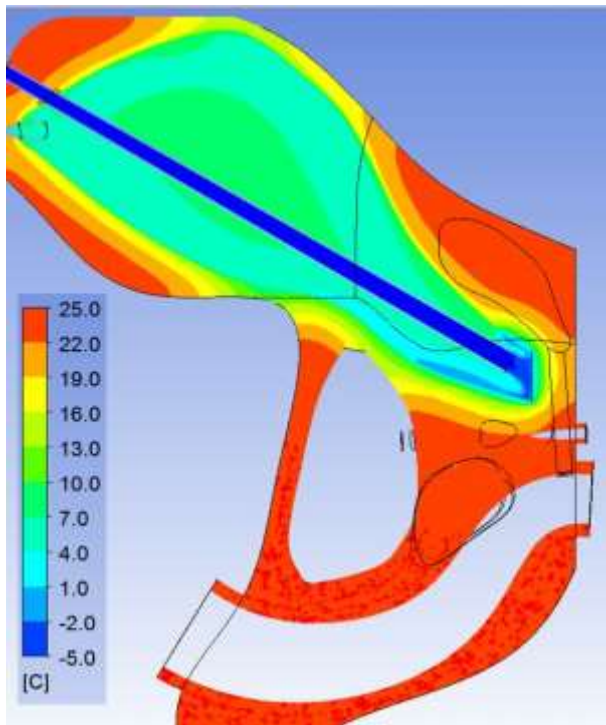


Рис. Компьютерная программа численного моделирования процесса локального криовоздействия на биоткань. Поле температур в конце расчета

В результате работ была создана компьютерная программа для прогнозирования результатов гипотермического охлаждения внутренних органов. На основе проведенных расчетов была предложена оригинальная конструкция инструмента для инсуффляции. Данный инструмент возможно использовать для создания автономных блоков роботических систем.

Коллектив исполнителей:

1. д.т.н., проф. Жердев Анатолий Анатольевич – Руководитель НУК «Э»;
2. д.т.н. , доц. Лавров Николай Алексеевич – профессор кафедры Э4;
3. к.т.н. Шакуров Алексей Валерьевич – заведующий отделом ЭМ 3.1, доцент кафедры Э4;
4. Пушкарев Александр Васильевич – инженер 1 категории, отдел ЭМ 3.1; ассистент кафедры Э4
5. Бурков Иван Александрович – инженер 2 категории, отдел ЭМ 3.1;
6. Жидков Дмитрий Алексеевич – инженер, отдел ЭМ 3.1, аспирант;
7. Пономарев Дмитрий Евгеньевич – инженер, отдел ЭМ 3.1, аспирант.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 156346

**ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИНСУФЛЯЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ВНУТРИПОЛОСТНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ**

Патентообладатель(ли): *Шакуров Алексей Валерьевич (RU),
Жердев Анатолий Анатольевич (RU), Пушкарев Александр
Васильевич (RU), Бурков Иван Александрович (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015122304

Приоритет полезной модели **11 июня 2015 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации **12 октября 2015 г.**

Срок действия патента истекает **11 июня 2025 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

Simulation of hypothermal cooling of internals's tissues in the processes of robotic operations

One of the main trends in development of modern surgery is minimally invasive and robot-assisted technologies, which often have the combined character. The global aim of this work is development of the fundamental basis related to the problem of saving nerve bundles and minimizing of blood losses in robot-assisted operations by usage of hypothermia. The mission of this work is developing the thermophysical model, checking its validity and carrying out computational experiments, which allow to calculate hypothermic gas cooling of tissues for different purposes with application of various working environments. The tool for modeling of process of heat exchange between gas and tissue has created and improved. It works with necessary accuracy and has opportunity to change the input and output data for different tasks. Also investigations of processes of heat exchange and the movement of fluid environment in basic application were conducted. As a result of work the fundamental tool for calculating results of hypothermia cooling of tissue was created. This tool is possible to use for creating self-contained blocks of robotic systems.