

16 Makshanov A.V., Bol'shie dannye Big Data. [Tekst]: ucheb. - metod, posobie / A.V.Makshanov, L.N.Tyndykar', A.E.Zhuravlev. – Lan'.: 2022. – 188 s.

17 Teslenko I. B., Big Data = Bol'shie dannye: [Tekst]: ucheb. - metod, posobie / I.B.Teslenko, A.M. Gubernatorov, O.B. Digilina Krylov V. E. Vladim. gos. un-t im. A. G. i N. G. Stoletovyh. – Vladimir : Izd-vo VIGU, 2021. – 123 s.

18 Chto takoe tehnologiya cifrovogo dvojnika? Tochnyj adres stat'i: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/digital-twin/>

19 Prohorov A., Cifrovoy dvojnik. Analiz, trendy, mirovoj opyt. [Tekst]: uchebnik / A.Prohorov M. Lysachev, A. Borovkov Izdanie pervoe, ispravlennoe i dopolnennoe. – M.: ООО «Al'jansPrint», 2020. – 401 str., il.

20 Cifrovye dvojniki, kibergorozhane i novaja mobil'nost'. Kak iskusstvennyj intellekt pomagaet gorodam «umnet'». Tochnyj adres stat'i: <https://iq.hse.ru/news/809011709.html>

21 Tehnologija blokchejn: chto nado znat' v 11 kartochkah. Tochnyj adres stat'i: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5f05c0a79a7947aac5c7577a>

22 O tehnologii blokchejn. Tochnyj adres stat'i: <https://selectel.ru/blog/about-blockchain/>

РЕЗЮМЕ

Более десяти инновационных технологий уже востребованы в строительной отрасли. Инновации в сфере contech (технологии строительства) идут только вперед, поэтому скоро мы увидим бум технического моделирования, дронов и модульного строительства.

В 2023 году основные технологии строительства, как и в предыдущие годы, останутся без изменений - порядок использования может незначительно измениться в связи с популярностью, основанной на эмпирическом опыте строительства.

Несмотря на глобализацию и актуальность, технология BIM остается сильным общим вектором цифровизации в силу своей сложности и дороговизны, а мобильные приложения для строительства, такие как носимые устройства, интернет вещей, искусственный интеллект, популярны из-за своей практической ценности, а не в будущем, но в реальном времени.

RESUME

More than ten innovative technologies are already in demand in the construction industry.

Innovation in the field of contech (construction technology) is only going forward, so we will soon see a boom in technical modeling, drones and modular construction.

In 2023, the main building technologies will remain the same as in previous years - the order of use may change slightly due to popularity based on empirical building experience.

Despite globalization and relevance, BIM technology remains a strong general vector of digitalization due to its complexity and high cost, and mobile applications for construction, such as wearable devices, the Internet of things, artificial intelligence, are popular because of their practical value, and not in the future. but in real time.

УДК 535.2:535.241.41

Сатыбаева Н.А., старший преподаватель, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-5566-93233>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, Жангир-хана, 51. Satybaeva_nur@mail.ru

Силантьева М.А., аспирант, <https://orcid.org/0000-0001-5079-1400>

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, ул. Литовская 2, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, msylantyeva@gmail.com

Satybayeva N.A., Senior Lecturer, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-5566-9233>

West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Zhangir Khan 51, Satybaeva_nur@mail.ru

Silantieva M.A., Post-graduate student, St. Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, st. Lithuanian 2, St. Petersburg, Russian Federation, msylantyeva@gmail.com.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАТРОНИКИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ APPLICATION OF MECHATRONICS ELEMENTS IN COMPUTED TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTIC STUDIES

Аннотация

Одной из основных целей данной статьи, рассмотрение вопросов мехатроники, которые применяются в диагностических исследованиях, проводимых с применением компьютерной томографии. Рассмотрены основные блоки входящие в КТ-сканер. Изображена схема рентгеновской трубки с системой коллимирования. Приведены способы подсчета суммарного коэффициента рассеивания излучения каждого векселя, а также соответствие каждому векселю отдельного пикселя. Описаны единицы измерений, полученных данных, при сканировании. Показаны способы сканирования, виды алгоритмов интерполяции. Приведены описания многорядных детекторов применяемых для получения луча с малой плотностью. Подробно рассмотрено спиральное сканирование с элементами мехатроники при проведении клинических диагностических исследований.

Рассмотрено применение современных многосрезовых КТ-сканеров, а также причины возникновения артефактов.

Данная статья посвящена рассмотрению применения мехатронных принципов применяемых в современной диагностической технологии компьютерной томографии.

ANNOTATION

One of the main objectives of this article is to consider the issues of mechatronics, which are used in diagnostic studies conducted using computed tomography. The main blocks included in the CT scanner are considered. A diagram of an X-ray tube with a collimation system is shown. The methods of calculating the total radiation scattering coefficient of each bill, as well as the correspondence of each bill to a separate pixel, are given. The units of measurement of the data obtained during scanning are described. Scanning methods and types of interpolation algorithms are shown. Descriptions of multi-row detectors used to obtain a low-density beam are given. Spiral scanning with mechatronics elements during clinical diagnostic studies is considered in detail. The use of modern multi-slice CT scanners is considered, as well as the causes of artifacts. This article is devoted to the consideration of the application of mechatronic principles used in modern DI

Ключевые слова: *блоки КТ-сканера, коллиматоры, детекторы, артефакты, воксель, пиксел, линейное ослабление, пошаговая КТ, линейная интерполяция, срез, спиральное сканирование.*

Key words: *CT scanner blocks, collimators, detectors, artifacts, voxel, pixel, linear attenuation, step-by-step CT, linear interpolation, slice, spiral scanning.*

Введение. Мировые тенденции в области медицинской мехатроники и приборостроения за последнее время значительно изменились. Это вызвано повышением качества диагностических исследований. Наиболее информированным методом является компьютерная томография с элементами мехатроники. Сущность мехатронного компьютерно-томографического исследования заключается в получении суммарной интегрированной информации на детекторах или эхо-сигналах полученных в каждой точке сечения, исследуемого объекта.

Среди самых применяемых томографических методов, с использованием элементов мехатроники, является компьютерная томография КТ.

В конфигурацию компьютерного томографа входит КТ-сканер со следующими блоками:

- управленческий блок;
- специальное генерирующее устройство;
- устройство вычисления;
- пульт специалиста.

В управленческом блоке есть устройство для сбора данных, :коллиматор с рентгеновской трубой, детекторные устройства с системой обработки полученных

результатов, трубчатый контролер, высокочастотное генерирующее устройство, специальный мини компьютер, компьютер осуществляющий обмен данных с консолью.

Материалы и методы исследования. Изображение при помощи рентгена происходит трубой, схематический вид ее изображен на рисунке 1.

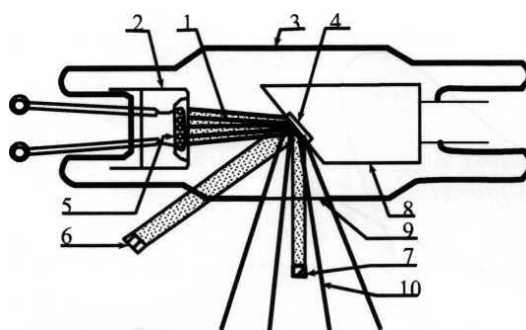


Рисунок 1- Схематическое изображение рентген-трубы: 1 –электронный луч; 2 —катодный фокусирующий электрод; 3 – прозрачный корпус; 4 – вольфрамовый противокатод; 5 – катодная спираль; 6 – площадка облучения; 7 – место для эффективного изображения; 8 - анодное место; 9 – оконное место; 10 – рассеянные лучи от рентгена.

Рентгеновская трубка в КТ-устройствах с мехатроникой создают электромоощность 22-62кВт и напряжение 75-135кВ. Рентгеновская труба в КТ с коллимированной системой образует лучи веерообразной формы. Поток лучей, проходя в объекте, регистрируются детекторными устройствами и преобразуются в электрические сигналы. При помощи электронных модулей они преобразуются в цифровые импульсы. Детекторы бывают люминесцентные и газовые. В современном оборудовании применяются газовые детекторы. Применяемые в настоящее время во внутренней схеме коммуникации полевых транзисторов позволяет изменять и выбирать режим работы.

Форму лучей придают диафрагмы- коллиматоры.

Коллиматоры также снижают артефакты изображения и определяют толщину среза. Фильтры уменьшают дозу облучения. Консоль стола и гентри используются для движения и наклона его относительно оси сканера. Генератор обеспечивает всю систему электроэнергией.

Компьютер служит для реконструкции изображения, он воспринимает сигналы в форме аналога преобразуя их в двоичное кодирование, применяя аналого-цифровые преобразователи. Цифровые сигналы реконструируются и преобразуются в изображение.

Реконструкция изображения, в компьютерной томографии, сводится к решению операторных математических уравнений 1-го порядка. Для решения таких некорректных задач, для нахождения приближенных решений, используют метод регуляризации, который учитывает дополнительную информацию.

Один из главных алгоритмов решения задач в томографии является нахождение оптимального алгоритма, критерий которого является - качество изображения.

Рентгеновская труба и система коллимирования делают лучевой пучок в виде веера небольшой толщины, рассеиваемый всеми вокселями отображаемого слоя.

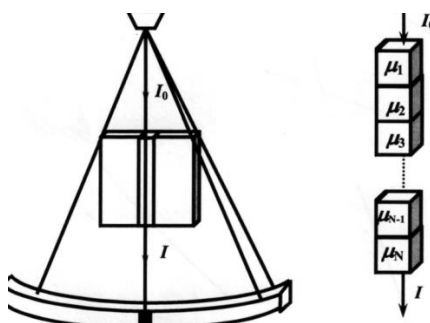


Рисунок 2- Процесс прохождения рентгеновского веерного пучка вдоль тонкого среза

Суммарный коэффициент рассеивания равен

$$\mu_{\Sigma} = \mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_N$$

$\mu_1 \mu_2 \dots \mu_N$ -коэффициенты рассеивания излучения каждого вокселя

Так как детекторы регистрируют интенсивность излучения, прошедших через весь объект, то по полученным значениям можно оценить μ_{Σ} .

$$I = I_0 \exp[-\mu_{\Sigma} d] = I_0 \exp[-(\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_N)d]$$

Коэффициент поглощения для каждого вокселя находится методом обратного проецирования, при котором информация об излучении получается во многих ракурсах. Для примера рассмотрим слой из 4-х вокселей.

Рассматриваемый слой облучается в нескольких ракурсах, и мы получаем ряд значений суммарных коэффициентов, которые представляют систему уравнений:

$$\begin{aligned} \mu_1 + \mu_2 &= \mu_{12} \\ \mu_2 + \mu_3 &= \mu_{23} \\ \mu_1 + \mu_3 &= \mu_{13} \\ \mu_1 + \mu_4 &= \mu_{14} \end{aligned}$$

Из этой системы уравнений получаются ослабляющий коэффициент при разных вокселях. У каждого вокселя есть определенный пиксел, величина яркости изображает уменьшение -абсорбцию излучений определенного вокселя.

У современных томографах матрица состоит из 512×512 или 256×256 пикселов.

Выходные данные сканера даются в единицах Хаунсфилда, или КТ-числах.

Числа КТ находятся между -1132HU и +3182 HU.

Математическое отношение у коэффициента линейного ослабления материалов (μ_x) и нужной единице Хаунсфилда (н) представляет следующую формулу:

$$H = (\mu_x - \mu_{\text{воды}} / \mu_{\text{материала}}) \times 1000$$

В компьютерной томографии используют 2 способа сканирования : пошаговый и спиральный.

Распространенным способом является пошаговая КТ. Приведем схему обследования при пошаговом сканировании, смотрите рисунок 4.

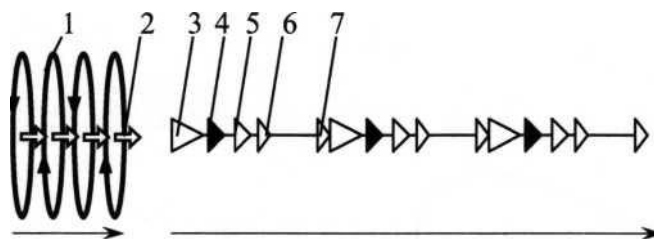


Рисунок 3- Схематичное обследование используя пошаговое сканирование: 1 – нахождение информации , 2 –перемещение оборудования, 3 - команда задерживания, 4 - сбор информации, 5 – нормальная команда, 6 – перемещение оборудования, 7 – формирование изображений

Результаты исследований. В практической диагностике применяется два способа сканирования шагового:

-пучки лучевого вращения применяется при множественном облучении много системных детекторных устройств, при этом рентгеновская трубка с детекторами закреплена на коромысле, который вращается на 360° вокруг пациента;

-многожество детекторов устанавливается на неподвижном кольце, внутри которого находится рентгеновская трубка с непрерывным вращением вокруг пациента.

При спиральном КТ, пациент движется через раму, смотрите рисунок 4.

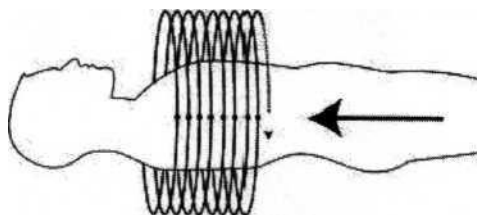


Рисунок 4- Схема спирального сканирования

При таком способе данные накапливаются непрерывно, а отображение изображаемого объекта происходит быстрее. В спиральном КТ используют алгоритм интерполяции, при котором можно выделить из общих данных, нужные для изображения необходимого среза в разном расположении оборудования.

Существует 2 алгоритмические интерполяции: 360 градусная и 180 градусная линейная интерполяция диагностических исследований.

В последнее время применяются многосрезовые КТ-сканеры, позволяющие проводить быстрый процесс исследования. При таких современных томографах группы детекторов располагаются по рядно, поэтому можно иметь сразу много разрезов на осях Z и X.

У многослойных компьютерных томографиях имеются различные усовершенствования:

- высокие пространственные разрешения на геометрических осях;
- высокая скоростная исследовательность;
- результаты изображений увеличенных объемов из назначенных параметров;
- применение рационального трубочного ресурса.

Применение многорядных Нобразных детекторных соединений помогают разделять первоначальные рентгеновские пучки на N-пучки. При многослойном компьютерно-томографическом разрешении на направлении Z (толщина среза) определяется коллимацией детекторных рядов. При многих слоях пучков излучаемых в лучах происходит его расширение в рамочных плоскостях при этом происходит отклонение от них. Такой геометрический вид называют пучок конуса. Так как сканер имеет малое число рядов детекторов, а значит и малую конусность луча, то для получения изображения используют алгоритм как и при параллельном пучке лучей.

В таком сканировании толщины срезов выбираются как комбинация однонаправленного ряда детекторных соединений с применением коллимирующих систем. В рисунке 5 показано собиание результатов у 4-х срезах толщину 5мм, 2,5 мм, 1, 5мм и 2-х срезах размером 0,6мм.

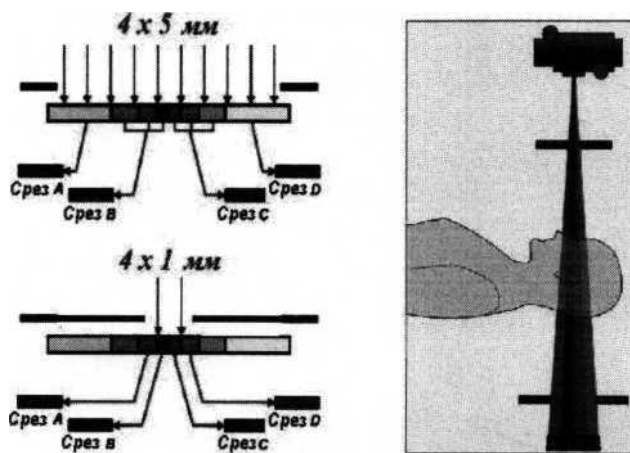


Рисунок 5- Многосрезовое сканирование

Сейчас разработана конструкция 5-срезовых компьютерных томографов различающихся количеством детекторного ряда во всей ширины матриц показанных на рисунке 5.

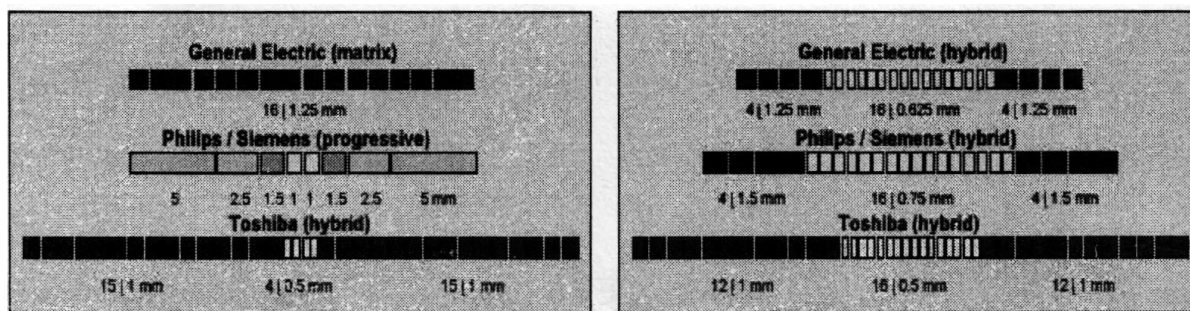


Рисунок 6 - нахождение детекторного соединения четырех срезового и шестнадцати срезового томографа

У шестнадцати срезового томографа применяется гибридная матрица, позволяющая получать срез менее 1мм.

У спирального сканирования указывается шаговая спираль Р и питчи. Величина питча равна величине отношения перемещения S столов при времени за которое происходит полный поворот рамного соединения, и размера D каждого прореза.

$$P = N \cdot S(\text{мм}) / D(\text{мм})$$

В многослойной спирали КТ важно правильно выбрать нить.

При использовании однослойного спирального сканирования, лучи описывают около большого спирали, точки у которых представляются проекционным набором лучей. Сами шаги на Z у 360° интерполяционной зависимости равняется S и PD, а у 180° градусной интерполяционной зависимости равняется S/2. Этим объясняется, из-за чего 180 градусная интерполяционная зависимость получает повышенное изображение качества.

Реконструкция многослойной спирали имеет следующие шаги:

- оценка суммарных результатов при заданном положении срезания;
- конструкция срезания полученных данных с применением алгоритмов конструкции.

Реконструкционное изображение при различных толщинах срезания дает началу возникновения новых спиральных конструкции, который назвали алгоритм Z-фильтра и алгоритм конструкции с измененной срезанной толщиной. Этот алгоритмический принцип основывается используя линейную интерполяцию, путем образования срезов, формирования среза, которые состоят из одиночных срезаний, конструированных используя линейную интерполяционную алгоритмизацию, что позволяет создать из отдельного КЕ-сканирования наборы изображений срезов различной толщиной, величины шума и артефактов.

Новые срезовые компьютерные сканеры включают 65 рядные детекторы, что обеспечивает хорошее разрешение изображений. Томограф (Siemens) может проводить исследование с разрешением до 0,24мм, поэтому применяется в кардиологии и пульмонологии.

Качество изображения в КТ формируется 5 составляющими:

- пространственное разрешение;
- контрастностью изображением;
- шумами в однородном пространстве;
- линейной функцией;
- присутствием артефакта.

Разрешение в пространстве применяется для получения величины степеней пятнистых изображений, а также и способностью наблюдения маленькой плотности объектов, которые содержат компоненты разной величины плотности. Разрешение имеет зависимость коллимационных систем, размеров детекторов и пикселя.

Контрастность разрешений изображений- это возможность сканеров выявлять маленькие измененные ткани увеличенного объекта.

Шумовые явления и однородная пространственность являются различными числами в компьютерной томографии для тканей имеющих с однородную плоскостью, вызванную недостатком прохождением фотона в ткань.

В зависимости от источниками возникновения, шумы бывают- квантовые, электронные, вычислительные и лучевые.

Линейное расположение последовательности чисел в томографии у тканей за определенный временной период.

В настоящее время нет универсального критерия качества изображения.

Качество изображения в первую очередь подразумевают на сколько оно похоже на истинное, которое образуется идеальной системой.

При оценивании качественных изображений используют критерияльную оценку следующего вида. Для оценки качества изображения применяют следующие критерии.

Соотношение сигналов/к шуму snr . Эта величина определяется отношением средних значений при стандартных отношениях. При большем значении snr , то меньшее отклонение полученного изображения от средних. Величина такого отношения различная у различных местах изображений.

Среднеквадратичное отклонение $\Delta^2(x, y)$ и проинтегрированное среднеквадратичное отклонение Δ^2 . Величина среднеквадратичного отклонения представляет собой нормированное среднеквадратичное отклонение восстановленной функции от ее истинного значения в данной точке (x, y) в области восстановления.

Способность разрешения. Разрешающая способность определяет изображение, являющееся совокупностью нескольких однотипных излучателей в виде точки, описывающих минимальные расстояния у них, при которых их можно хорошо различить.

Вероятность принадлежности значений восстанавливаемой функции соответствующим интервалам квантования P . В зависимости от рассматриваемого вопроса и описываемому изображению предъявляются определенные требования по точности полученных значений изображений. Функция описывающая изображение случайная величина, поэтому нужное условие включается с вероятностью P , которая задается одновременно с уравнениями квантования и показывает качество получаемого изображения.

Артефактами изображения в КТ называются различные несоответствия у компьютерно-томографических созданных изображений, а также полученным коэффициентом ослаблений объектов. Технологический процесс изменений видов такой, при проводимых измерениях детекторные величины суммируют и из-за этого выявляются различные ошибочные значения. Такие значения являются недостаточными данными полученные из-за различного шума. Виды артефактов бывают как полосы, затемнения, кольца, искажения.

Главные причины возникновения артефакта следующие:

- диагностический процесс происходящий, когда происходит собирание результатов;
- причины, возникающие от состояния больного;
- возможные некачественные приборы;
- проведение спирального и многослойного сканирования.

Конструкторско-технологические возможности, компьютерно-томографического сканера, минимизируют определенные артефакты, они поддаются корректировке при использовании современных компьютерных программ, при применении высокоточного параметра, при проведении диагностики, значительно повышает изображение при исследовании.

Закключение. Самый информированный диагностический способ исследования –это томографический, с применением элементов мехатроники, который дает большую информацию в нужных объемах рассматриваемого участка тела пациента, а не разные применяемые методики диагностического исследования.

Компьютерная томография, в которой применяются современные элементы мехатроники - это метод отображения результатов диагностического исследования пациента с применением рентгеновской трубки и с системой коллимирования для создания пучка лучей, которые при помощи электронных модулей преобразуются в цифровые импульсы, а сам компьютер применяется для реконструкции цифровых импульсов в структурное изображение различных

выявленных патологий обследуемого. При помощи КТ получают срезы, что позволяет более качественно диагностировать клинические изменения пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Галайдин П.А., Замятин А.И., Иванов В.А. Основы магниторезонансной томографии. Учебное пособие. - СПб: СПбГИТМО (ТУ). 1998. С. 24.
- 2 Галайдин П.А., Иванов В.А., Марусина М.Я. Расчет и проектирование электромагнитных систем магниторезонансных томографов: Учебное пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО. 2004. С.87- 124.
- 3 Емелин И.В. Стандарт электронного обмена медицинскими изображениями DICOM // Компьютерные технологии в медицине. 1996. № 3. С. 56–59.
- 4 Емелин И.В., Смирнов В.А., Эльчиан Р.А. Интеграция систем обработки медицинских изображений и клинических систем. // Медицинская визуализация. 1999. № 4. С. 26-30.
- 5 Зелов С. Стандарт JPEG-кодирования неподвижных изображений. // Компьютер-пресс. 1997. №5. С. 82-84.
- 6 Иванов В.А., Марусина М.Я., Рущенко Н.Г., Сизиков В.С. Реконструкция МР-изображений с учетом неоднородностей // Научное приборостроение. 2003. том.13. №2. С.17-21.
- 7 Иванов В.А., Суворов А.С., Полонский Ю.З., Трофимова Т.Н. Методы лучевой диагностики и информационные технологии в клинической практике: магнитно-резонансная томография // СПб.: МАПО. 2001. С.39.
- 8 Иванов В.А., Суворов А.С., Полонский Ю.З., Трофимова Т.Н. Методы лучевой диагностики и информационные технологии в клинической практике: компьютерная томография и информационные технологии // СПб.: МАПО. 2001. С.23.
- 9 Индейкин Е.Н. Телемедицина - настоящее и будущее. // Главный врач – 1997. № 3. С. 11-15.
- 10 Казначеева А.О. Артефакты ЯМР-изображений - Сборник "Современные технологии"/под. ред. С.А. Козлова. - СПб: СПбГИТМО (ТУ). 2001. С.115-120.
- 11 Казначеева А.О. Марусина М.Я. Влияние параметров сканирования на качество изображения. Вестник II Межвузовской конференции молодых ученых СПбГУ ИТМО. Сборник научных трудов //Под ред. В.Л. Ткалич. Том 2. – СПб: СПбГУ ИТМО. 2005. С. 179-182.
- 12 Казначеева А.О. Устранение искажений МР-изображений. Сборник статей "Современные технологии" //Под. ред. С.А. Козлова. – СПб: СПбГУ ИТМО. 2003. С.140-145.
- 13 Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии. – М.: Радио и связь. 1989. С. 240
- 14 Алексеева Е.А. Ювенильный идиопатический артрит: клиническая картина, диагностика, лечение // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т.14. №1.С. 78-94.
- 15 Траудт А.К., Завадовская В.Д., Жогина Т.В., Федорова Е.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике ювенильного идиопатического артрита// Бюл. сиб. медицины. 2015. том Т.14. №1. С. 110-119.
- 16 Анисимов Н.В., Гуляев М.В., Корецкая С.В. и др. Магнитно-резонансная томография всего тела –техническая реализация и диагностические применения//Альманах клинической медицины. 2008. Т.17. №1.С. 143-146.
- 17 Михайлов А.И., Панов В.О., Тюрин И.Е. Оптимизация протокола магнитно-резонансной томографии всего тела для стадирования лимфомы Ходжкина//Вестник рентгенологии и радиологии. 2014.№6.С. 18-28.
- 18 Гоголева Т.В. Особенности поражения и механизмы деформации лучезапястного сустава и кисти при ювенильном хроническом артрите. Методика функционального лечения// Научно-практическая ревматология. 2002.№4.С.47-50.
- 19 Насонов Е.Л., Каратеев Д.Е., Сатыбалдыев А.М. и др. Ревматоидный артрит в Российской Федерации по данным Российского регистра больных артритом (сообщение1)//Научно-практическая ревматология. 2015. Т.53. №5. С.472-484.
- 20 Эрдес Ш.Ф., Галушко Е.А., Бахтина Л.А. и др. Распространенность артралгий и припухания суставов у жителей разных регионов РФ(предварительные результаты)//Научно-практическая ревматология.2004.№4 С.42-46.

REFERENCES

- 1 Galaidin P.A., Zamyatin A.I., Ivanov V.A. Fundamentals of magnetic resonance imaging. Study guide. - St. Petersburg: SPbGITMO (TU). 1998. p. 24.
- 2 Galaidin P.A., Ivanov V.A., Marusina M.Ya. Calculation and design of electromagnetic systems of magnetic resonance tomographs: Textbook. - St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO. 2004. pp.87- 124.
- 3 Emelin I.V. Standard of electronic exchange of medical images DICOM // Computer technologies in medicine. 1996. No. 3. pp. 56-59.
- 4 Emelin I.V., Smirnov V.A., Elchiyan R.A. Integration of medical image processing systems and clinical systems. // Medical imaging. 1999. No. 4. pp. 26-30.
- 5 Zelov S. JPEG encoding standard for still images. // Computer-press. 1997. No.5. pp. 82-84.
- 6 Ivanov V.A., Marusina M.Ya., Ruschenko N.G., Sizikov V.S. Reconstruction of MR images taking into account inhomogeneities // Scientific instrumentation. 2003. vol.13. No. 2. pp.17-21.
- 7 Ivanov V.A., Suvorov A.S., Polonsky Yu.Z., Trofimova T.N. Methods of radiation diagnostics and information technologies in clinical
- 8 Ivanov V.A., Suvorov A.S., Polonsky Yu.Z., Trofimova T.N. Methods of radiation diagnostics and information technologies in clinical practice: computed tomography and information technologies // St. Petersburg: MAPO. 2001. p.23.
- 9 Turkin E.N. Telemedicine - present and future. // Chief Physician – 1997. No. 3. pp. 11-15.
- 10 Kaznacheeva A.O. Artifacts of NMR images - Collection "Modern technologies" //edited by S.A. Kozlov. - St. Petersburg: SPbGITMO (TU). 2001. pp.115-120.
- 11 Kaznacheeva A.O. Marusina M.Ya. The influence of scanning parameters on image quality. Bulletin of the II Interuniversity Conference of Young Scientists of St. Petersburg State University ITMO. Collection of scientific papers //Edited by V.L. Tklich. Volume 2. – St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO. 2005. pp. 179-182.
- 12 Kaznacheeva A.O. Elimination of distortion of MR images. Collection of articles "Modern technologies" //Edited by S.A. Kozlov. – St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO. 2003. pp.140-145.
- 13 Troitsky I.N. Statistical theory of tomography. – M.: Radio and Communications. 1989. p. 240 .
- 14 Alekseeva E.A. Juvenile idiopathic arthritis: clinical picture, diagnosis, treatment // Issues of modern pediatrics. 2015. Vol.14. No. 1.pp. 78-94.
- 15 Traudt A.K.,Zavadovskaya V.D., Zhogina T.V., Fedorova E.I. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of juvenile idiopathic arthritis// Byul. sib. medicine. 2015. volume Vol.14. No. 1. pp. 110-119.
- 16 Anisimov N.V., Gulyaev M.V.,Koretskaya S.V., etc. Magnetic resonance imaging of the whole body - technical implementation and diagnostic applications//Almanac of Clinical Medicine. 2008. Vol.17. No. 1.pp. 143-146.
- 17 Mikhailov A.I., Panov V.O., Tyurin I.E. Optimization of the whole body magnetic resonance imaging protocol for staging Hodgkin's lymphoma//Bulletin of Radiology and Radiology. 2014.No.6.pp. 18-28.
- 18 Gogoleva T.V. Features of the lesion and mechanisms of deformation of the wrist joint and hand in juvenile chronic arthritis. Methods of functional treatment// Scientific and practical rheumatology. 2002.No.4.pp.47-50.
- 19 Nasonov E.L., Karateev D.E., Satybaldyev A.M. et al. Rheumatoid arthritis in the Russian Federation according to the Russian Register of Patients with Arthritis (report1)//Scientific and practical rheumatology. 2015. Vol.53. No.5. pp.472-484.
- 20 Erdes S.F., Galushko E.A., Bakhtina L.A., etc. Prevalence of arthralgia and joint swelling in residents of different regions of the Russian Federation (preliminary results)//Scientific and practical rheumatology.2004.No.4, pp. 42-46.

ТҮЙІН

Осы мақаланың негізгі мақсаттарының бірі-компьютерлік томографияны қолдана отырып жүргізілген диагностикалық зерттеулерде қолданылатын мехатроника мәселелерін қарастыру. КТ сканеріне кіретін негізгі блоктар қарастырылған. Коллимация жүйесі бар рентген түтігінің

схемасы бейнеленген. Әр вексельдің сәулеленуінің жалпы дисперсиялық коэффициентін есептеу әдістері, сондай-ақ әр вексельдің жеке пиксельге сәйкестігі келтірілген. Сканерлеу кезінде алынған мәліметтердің өлшем бірліктері сипатталған. Сканерлеу әдістері, интерполяция алгоритмдерінің түрлері көрсетілген. Төмен тығыздықтағы сәулені алу үшін қолданылатын көп қатарлы детекторлардың сипаттамалары келтірілген. Клиникалық диагностикалық зерттеулер жүргізу кезінде мехатроника элементтері бар спиральды сканерлеу егжей-тегжейлі қарастырылады. Заманауи көп тілімді КТ сканерлерін қолдану, сондай-ақ артефактілердің пайда болу себептері қарастырылды. Бұл мақала қазіргі ди-де қолданылатын мехатроникалық принциптерді қолдануды қарастыруға арналған

УДК 621.824:004.2

МРНТИ: 55.03.31

Муханбетжанова К.Т., магистр технических наук, **основной автор**

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, E-mail: karlam1994@mail.ru

Годымчук А. Ю., кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий специалист отдела развития персонала и кадрового резерва Томского политехнического университета

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30, E-mail: godymchuk@tpu.ru

Mukhanbetzhanova K.T., Master of Technical Sciences, **the main author**

West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Zhangir Khan str. 51, 090009, Kazakhstan, E-mail: karlam1994@mail.ru

Godymchuk A. Yu.. Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Leading specialist of the Department of Personnel Development and Personnel Reserve of Tomsk Polytechnic University, 634050 Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, house 30. godymchuk@tpu.ru

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ВАЛОВ МАШИН С ПОМОЩЬЮ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА В МОДУЛЕ APM FEM CALCULATION OF THE STRENGTH OF MACHINE SHAFTS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS IN THE FEM ARM MODULE

Аннотация

В решении инженерных задач в основном применяется система APM FEM. Используя эту систему значительно упрощается создание твердотельных и сборочных моделей. Приведена методика расчета начального диаметра рассматриваемого вала редуктора. Определение и расчет величины крутящих моментов, расчетных напряжений на изгиб и кручение. Показаны возможности системы APM WinMachine в области 3D моделирования. В графическом редакторе модуля APM FEM разработана твердотельная конструкция вала редуктора, определены опасные сечения вала, которые подвергались проверке на прочность с помощью конечно-элементного анализа. Прочностной расчет вала редуктора представлен в виде карт эквивалентных напряжений по Мизесу. По обработанным данным результатов по 5 формам сечения рассматриваемой детали, установили 5 коэффициентов усталости. Мы по 5 формам сечения детали увидели изменение собственных колебаний.

ANNOTATION

In solving engineering problems, the FEM automated control system is mainly used. Using this system greatly simplifies the creation of solid-state and assembly models. The method of calculating the initial diameter of the gearbox shaft under consideration is given. Determination and calculation of the magnitude of torques, design stresses for bending and torsion. The possibilities of the WinMachine ARM system in the field of 3D modeling are shown. In the graphical editor of the FEM ARM module, a solid-state design of the gearbox shaft was developed, dangerous shaft sections were identified,