

Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»
Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Сорочан Олена Миколаївна

УДК 616.71–001.5+62:57

ДИСЕРТАЦІЯ

Засіб для накісткового остеосинтезу опорно-рухового апарату людини

Спеціальність 05.11.17 — Біологічні та медичні прилади і системи

технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ О.М. Сорочан

(підпис)

(Ініціали та прізвище дисертанта)

Науковий керівник

Шайко-Шайковський Олександр Геннадійович,
доктор технічних наук, професор

Вінниця — 2018

АНОТАЦІЯ

Сорочан О.М. Засіб для накісткового остеосинтезу опорно-рухового апарату людини. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи. – ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», МОН України, Маріуполь. – Вінницький національний технічний університет, МОН України, Вінниця, 2018.

В дисертаційній роботі викладені результати досліджень щодо підвищення ефективності існуючих методів, моделей, засобів та систем для накісткового остеосинтезу, виявлені недоліки і проблемні питання щодо фіксації уламків пошкоджених кісток, наявності засобів електронного контролю за станом фіксатора та кістки, які можуть бути усунені шляхом створення відповідних моделей, методів і біотехнічної системи накісткового остеосинтезу.

Остеосинтез (оперативне з'єднання кісткових відламків при переломах кісток з метою створення та отримання оптимальних позитивних умов для зрощення відламків, здійснення процесу кісткової регенерації), як правило, застосовується при лікуванні свіжих переломів або таких, що не зрослись після лікуванні традиційними методами. Мета остеосинтезу – створення й подальше забезпечення надійної взаємної фіксації зіставлених відламків пошкодженої кістки, забезпечення умов для їх подальшого зрощення й відновлення цілісності та нормального функціонування кістки. Основною необхідною умовою остеосинтезу при лікуванні переломів є достатня репозиція, надійна фіксація кісткових відламків.

На сьогодні спостерігається подальше, досить активне вдосконалення різних методів та засобів остеосинтезу. Розвиток матеріалознавства, інженерних методик математичного моделювання суттєво прискорюють цей процес, дозволяють зробити суттєві подальші значні кроки в напрямку вдосконалення та якісного покращення методів і засобів лікування хворих із переломами та пошкодженнями кісток опорно-рухового апарату.

В наш час загальноприйнятим є розподіл основних видів остеосинтезу: заглибний (внутрішньокістковий або інтрамедулярний); накістковий; черезкістковий (компресійно-дистракційний).

Одним із поширених і доступних видів остеосинтезу в наш час є накістковий остеосинтез, який не потребує складного й дорогого операційного обладнання та апаратури. Накістковому остеосинтезу, як і будь-якому іншому виду фіксації відламків пошкоджених кісток, також притаманні деякі переваги і недоліки. Основною перевагою цього виду остеосинтезу продовжує залишатись його доступність, дешевизна, відносна простота. Проте спостерігається часте руйнування накісткових фіксаторів, потоншення кортикальної речовини кістки в місці установки накісткової пластини. Унаслідок останньої причини нерідко виникають повторні переломи кісток.

Тому вдосконалення конструкцій накісткових фіксаторів і систем, розробка нових методів накісткового остеосинтезу, технологій лікування постраждалих з переломами кінцівок, розробка та обґрунтування нових оригінальних конструкцій накісткових фіксаторів, їх впровадження у лікувальну практику є важливим та актуальним завданням, яка потребує рішення.

Конструкції для металевого остеосинтезу виготовляють із нержавіючих матеріалів і сплавів, основна вимога до яких – біоінертність (здатність не викликати шкідливої реакції при взаємодії з тканинами, які знаходяться поруч). Недоброякісний метал, неоднорідний за складом, зі шкідливими домішками в результаті корозії знижує міцність конструкції, є причиною виникнення різного роду ускладнень. Основними технічними засобами остеосинтезу є: металеві та полімерні гвинти, штифти, спиці, накісткові накладки, пластини, дріт, скоби, керамічні елементи, фіксатори, які розсмоктуються самі.

В роботи побудовано змістовні моделі для визначення якісно-кількісних параметрів отворів на корпусі накісткового фіксатора, які відрізняються варіантами розташування фіксуючих та блокуючих елементів на корпусах фіксаторів з одночасним визначенням порогів отворів, що забезпечило ефективну фіксацію

накісткових конструкцій з можливістю оцінювання їх напружено-деформованого стану.

Отримано метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу кісток шляхом оцінювання біомеханічної жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів з різною формою поперечних перерізів, що дозволило ще на етапі їх розроблення оцінити властивості майбутніх фіксуючих конструкцій з урахуванням оптимальних розмірів поперечних перерізів накісткових фіксаторів.

Удосконалено метод визначення прогину модельних препаратів кісток шляхом введення етапу оцінювання величин прогинів препаратів за допомогою наближеного диференціального рівняння вісі зігнутого бруса та етапу визначення коефіцієнтів співвідношення величин прогинів модельних і натурних зразків кісток.

Проведено порівняльний аналіз накісткових фіксаторів і біомеханічні дослідження їх жорсткості та стабільності, результати яких дозволили визначити найбільш вживані конструкції накісткових фіксаторів.

Розроблено біотехнічну систему накісткового остеосинтезу, новизною якої є введення до її структури засобу електронного контролю за станом накісткового фіксатора у вигляді автономного та імплантованого біотелеметричного модуля, що надає лікарю можливість підвищити точність використання накісткових фіксаторів на 11-14%.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

Вперше розроблено методику визначення оптимального розташування фіксуючих елементів на корпусах накісткових фіксаторів, яка дозволяє мінімально травмувати та послаблювати кортикальну речовину кістки, забезпечує адекватну та стабільну фіксацію накісткових конструкцій при лікуванні діафізарних переломів і враховує для них усі випадки простих та складних видів навантажень, забезпечуючи найкращу фіксацію відламків пошкодженої кістки.

Отримав подальшого розвитку метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу накісткових конструкцій для остеосинтезу шляхом оцінювання біомеханічної жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів з різною формою поперечних перерізів, що дозволило ще на етапі їх розроблення

оцінити властивості майбутніх фіксуєчих конструкцій з урахуванням оптимальних розмірів поперечних перерізів накісткових конструкцій.

Удосконалено метод визначення прогину модельних препаратів кісток шляхом введення етапу оцінювання величин прогинів препаратів за допомогою наближеного диференціального рівняння вісі зігнутого бруса та етапу визначення коефіцієнтів співвідношення величин прогинів модельних і натурних зразків кісток, що дозволило визначити рівень деформації виготовлених моделей великогомілкової та стегнової кісток при згині в дорсовентральній, вентро-дорсальній, латеромедіальній і медіолатеральній площинах.

Побудовано змістовні моделі для визначення якісно-кількісних параметрів отворів на корпусі накісткового фіксатора, які відрізняються варіантами розташування фіксуєчих та блокуєчих елементів на корпусах фіксаторів з одночасним визначенням порогів отворів, що забезпечило ефективну фіксацію накісткових конструкцій з можливістю оцінювання їх напружено-деформованого стану.

На основі проведених теоретичних та практичних досліджень розроблено та впроваджено наступне:

Проведений аналіз наявних методів, моделей, засобів і систем для накісткового остеосинтезу показав, що, незважаючи на його розповсюдженість і вживаність, він все ще має недоліки й проблемні питання щодо фіксації уламків пошкоджених кісток та наявності засобів електронного контролю за станом фіксатора й кістки, які можуть бути усунені шляхом створення відповідних моделей, методів і біотехнічної системи накісткового остеосинтезу.

Проведено дослідження і моделювання біомеханічних властивостей довгих кісток із різних матеріалів, у результаті чого були визначені кількісні та якісні вимоги до модельних матеріалів для заміни ними на етапі моделювання натурних кісткових препаратів.

Розроблено біотехнічну систему та імплантований модуль накісткового остеосинтезу, впровадження яких у клінічну практику дає можливість у 8-ми з 10-ти випадків своєчасно виявити можливі запалення та зрушення кісток, набряки й

припухлості, попереджаючи тим самим імовірні ускладнення та рецидиви.

Проведені впровадження та апробація біотехнічної системи й імплантованого модуля накісткового остеосинтезу підтвердили підвищення ефективності надання медичної допомоги (мета роботи), що знайшло своє відображення в збільшенні коефіцієнтів: медичної ефективності – K_p – з 0,81 до 0,9; обсягу виконаної роботи – $K_{об}$ – з 0,63 до 0,91; інтегрального коефіцієнта інтенсивності – K_i – з 0,39 до 0,46 при забезпеченні зростання коефіцієнта відповідності системи щодо рівня якості медичної допомоги – $K_{ен}$ – з 0,73 до 0,89.

Оцінювання інформативності розробленої БТС та імплантованого модуля, методів і моделей здійснювалось за основними критеріями доказової медицини: чутливості S_e , специфічності S_p і точності A_c , розраховані значення яких ($S_e=83,3\%$ – без БТС; $S_e=90\%$ – з БТС, $S_p=76,9\%$ – без БТС, $S_p =69,2$ – з БТС, $A_c =81,4\%$ – без БТС, $A_c=83,7$ – з БТС) підтвердили високу ефективність і достовірність БТС, модуля, методів і моделей.

Результати апробації моделей, методів і БТС разом з практичними рекомендаціями, розробленими в дисертаційній роботі, упроваджено в комунальній установі «Маріупольська міська лікарня № 4 ім. І.К. Мацука» при розробці, проектуванні та виготовленні накісткових конструкцій для остеосинтезу довгих кісток людини, що дозволило вдосконалити конструкції накісткових фіксуючих конструкцій; у навчальний процес ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» при викладанні відповідних дисциплін.

Ключові слова: біотехнічна система, накістковий остеосинтез, імплантований біотелеметричний модуль, функціональний стан, фіксатор, пластина, контроль.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ Й УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗУ. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	27
1.1 Завдання, цілі та засоби для остеосинтезу	27
1.2 Сучасні види, технічні засоби та конструкції накісткового остеосинтезу стегнової та великогомілкової кісток	29
1.3 Забезпечення міцності накісткових фіксаторів для остеосинтезу	36
Висновки до розділу 1	43
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ Й ЗМІСТОВНІ МОДЕЛІ НАКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ СТЕГНОВОЇ ТА ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТОК ПРИ ПРОСТИХ ВИДАХ НАВАНТАЖЕНЬ	46
2.1 Побудова змістовних моделей стегнових та великогомілкових кісток при їх дослідженні на консольний згин	48
2.1.1. Моделі стегнової кістки в площині: дорсовентральній, вентро-дорсальній, латеромедіальній, медіолатеральній	49
2.1.2 Моделі великогомілкової кістки в площині: дорсо- вентральній, вентро-дорсальній, латеро-медіальній, медіо- латеральній	60
2.2 Метод визначення прогину препаратів кісток на основі наближеного диференціального рівняння	68
2.3 Метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу	72

2.4	Метод визначення несучої здатності накісткових фіксаторів	75
2.5	Аналіз та узагальнення результатів дослідження і моделювання	79
Висновки до розділу 2		81
РОЗДІЛ 3	РОЗРОБКА БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІСТОВНИХ МОДЕЛЕЙ НАКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ СТЕГНОВОЇ Й ВЕЛИКОГОМІЛКОВОЇ КІСТОК	84
3.1	Розробка та дослідження біотехнічної системи накісткового остеосинтезу (БТС НО)	84
3.2	Експериментальне дослідження напружено-деформованого стану пластини «кістка-фіксатор» з 6- і 12-гвинтовим накістковим фіксатором з двома фіксуючими елементами	90
3.2.1	Деформація розтягу, стиску і кручення	93
3.2.2	Згини в сагітальній, медіалатеральній і латеромедіальній площинах	107
3.2.3	Узагальнення отриманих результатів експериментальних досліджень змістовних моделей на БТС НО	121
Висновки до розділу 3		125
РОЗДІЛ 4	АПРОБАЦІЯ БТС І КОНСТРУКЦІЙ НАКІСТКОВОГО ОСТЕОСИНТЕЗУ	128
4.1	Порівняльний аналіз та оцінка ефективності БТС і різних накісткових конструкцій	128
4.2	Оцінювання динамічних процесів у неперервних прокатних станах при виробництві накісткових пластин для остеосинтезу	134

4.3	Оцінювання ефективності впровадження БТС та імплантованого модуля за результатами експертної оцінки	139
4.4	Оцінка інформативності БТС та імплантованого модуля	142
	Висновки до розділу 4	147
	ВИСНОВКИ	150
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	152
	ДОДАТКИ	176
	Додаток А Список публікацій здобувача	177
	Додаток Б Акти впровадження дисертаційної роботи	182
	Додаток В Оцінка напружено-деформованого стану біотехнічної системи «кістка-фіксатор» із 8-гвинтовим накістковим фіксатором	187
	Додаток Г Оцінка параметрів напружено-деформованого стану біотехнічної системи «кістка-фіксатор» із 10-гвинтовим накістковим фіксатором	194
	Додаток Д Результати комп'ютерного моделювання за допомогою методу кінцевих елементів	205
	Додаток Е Результати моделювання на зразках з деревини	213

ВСТУП

Розвиток промисловості, виробництва, науково-технічний прогрес щорічно зумовлюють появу нових технологій та механізмів в машинобудуванні, транспорті, побутових умовах. Це, у свою чергу, призводить до підвищення рівня травматизму, змінення характеру травм, помітного зростання числа хворих та постраждалих з множинними та поєднаними травмами, пошкодженнями опорно-рухової системи тощо [22], [23], [24], [25].

Це, у свою чергу, викликало необхідність змінення методів, технологій та інструментарію, що використовуються для лікування переломів та пошкоджень кісток. Старі методи та засоби вже не здатні забезпечити якісного та швидкого загоєння переломів, повернення постраждалих до активного способу життя і нормальної працездатності. Проблема набула ще більшої гостроти, не тільки медичної, але – і соціальної та економічної, оскільки в умовах військових дій в зоні АТО ще більш актуальною та важливою стала проблема якнайшвидшої реабілітації хворих, повернення їх до працездатного стану, пошуку методів лікування, які якнайшвидше та ефективніше допомогли б повернути поранених та постраждалих до нормального фізичного стану [26], [27], [28]. Все це спонукає науковців та інженерів, травматологів до розроблення нових методів, засобів і конструкцій для лікування переломів та пошкоджень кінцівок та їх наслідків. Одним з таких напрямків розробок та сучасних досягнень став накістковий остеосинтез - один із найефективніших та доступних методів остеосинтезу [29], [30], [31], [32].

Обґрунтування вибору теми дослідження

За даними ВООЗ, на сьогоднішній день травматизм посідає 3-4 місце у світі за частотою захворюваності населення. Тільки в результаті ДТП у світі щорічно гинуть біля 250 тис. людей, близько 10 млн. постраждалих залишаються каліками [33], [29], [22], [23]. І практично для кожного постраждалого характерні переломи кінцівок, ребер, хребта різного ступеня складності і травматичності. Для надійного та стабільного остеосинтезу (фіксації відламків кісток з подальшим створенням чинників для їх надійного зрощення) необхідно виконання декількох обов'язкових умов: основними з яких є достатня репозиція та надійна, жорстка фіксація [34], [35],

[36], [37], [38]. Традиційні, консервативні методи лікування переломів (гіпсові пов'язки, скелетне витягання) мають цілу низку суттєвих недоліків та ускладнень: до них належать, перш за все, неможливість повного знерухомлювання відламків пошкодженої кістки; порушення трофіки, обміну речовин, що призводить до суттєвих, а інколи – незворотних змін в структурі рухового апарату, дихальної системи і тривалого обмеження рухової активності у м'язах та суглобах, розвитку різного роду ускладнень з боку серцево-судинної системи хворого впродовж одного або декількох місяців (в особливо тяжких випадках) [31], [22], [23], [39].

Тому хірургічне лікування переломів та їх наслідків, яке на даному етапі набуває все більшого розповсюдження, забезпечуючи досить швидке, якісне, без ускладнень, загоєння пошкоджень і відновлення функцій ушкоджених кінцівок [40], [41], [42], [43], [44]. Аналіз сучасної медичної та технічної літератури вітчизняних та зарубіжних авторів у галузі травматології, спортивної медицини, військової медицини, хірургічного лікування переломів та пошкоджень кісток опорно-рухового апарату показав, що існуючі технології та методи накісткового стабільно-функціонального остеосинтезу є одними з ефективних й доступних як для широкого кола постраждалих, так і для спеціалістів-медиків, що працюють в галузі практичної травматології, оскільки для здійснення операцій накісткового остеосинтезу не потрібне складне та дороге операційне обладнання. Фіксатори для накісткового остеосинтезу достатньо дешеві та доступні порівняно з інтрамедулярними та черезкістковими конструкціями, не потребують наявності спеціалістів вищої кваліфікації. Такі операції можуть здійснюватись в умовах польових шпиталів та клінік, що особливо важливо для зони АТО, де має місце високе число травматологічних хворих [23], [39], [45], [28], [46], [47].

Накістковий остеосинтез, як й інші методи остеосинтезу, постійно змінюється, вдосконалюється та поповнюється новим технічним арсеналом фіксаторів, засобів для їх встановлення. З'являються нові моделі накісткових фіксаторів, кожна з яких має свої, притаманні тільки їй переваги та недоліки. Саме наявність недоліків і спонукають інженерів – конструкторів нової медичної техніки разом із

спеціалістами-медиками створювати і розробляти нові, більш досконалі моделі та конструкції фіксаторів [48], [49], [44], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57].

У роботі запропоновано шляхи та методики вдосконалення накісткових фіксуєчих конструкцій для створення стабільно-функціонального остеосинтезу переломів довгих кісток, оцінка переваг та недоліків існуючих та майбутніх конструкцій накісткового остеосинтезу, яку можливо давати ще на стадії проектування та розробки. Розроблені методики дозволяють оцінити напружено-деформований стан матеріалу накісткових фіксаторів, вказати шляхи їх вдосконалення, а також – сформулювати поради для практичних травматологів щодо доцільності використання тієї чи іншої моделі та конструкції накісткового фіксатора, способу його установки на пошкоджену кістку [58], [45], [28], [59], [46], [60], [6], [8], [11], [61].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертація виконана згідно з планом науково-дослідної роботи Приазовського державного технічного університету та Договору про творчу співдружність і взаємодопомогу між ПДТУ й кафедрою професійної та технологічної освіти і загальної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича «Кінетика фазових і структурних перетворень у нанодисперсних, спін-кросвер та металополімерних системах і гетероструктурах», № держреєстрації 0112U002330, а також договорів про творчу співпрацю між ЧНУ імені Ю. Федьковича та ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», між ЧНУ, Чернівецькою обласною клінічною лікарнею та ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності медичної допомоги, що надається пацієнтам із зони АТО та іншим хворим з переломами і пошкодженнями кісток та їх наслідками шляхом створення нових моделей і методів проектування накісткових фіксуєчих систем остеосинтезу та засобів їх електронного контролю в біотехнічній системі «кістка-фіксатор».

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Проаналізувати сучасні біотехнічні системи типу «кістка-фіксатор», методи

і моделі накісткового остеосинтезу, визначити їх недоліки і проблеми.

2. Побудувати змістовні моделі, використовуючи принципи комбінаторики, для визначення кількісно-якісних параметрів отворів на корпусі накісткового фіксатора для різних моделей накісткового остеосинтезу.

3. Удосконалити метод визначення прогину препаратів кісток на основі наближеного диференціального рівняння.

4. Розвинути метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу накісткових фіксаторів.

5. Запропонувати методику оптимального розміщення фіксуючих елементів на корпусі накісткових фіксаторів. Провести оцінку раціонального, оптимального розміщення фіксуючих елементів на корпусах накісткових фіксаторів.

6. Дослідити шляхом моделювання біотехнічних властивостей довгих кісток з різних матеріалів для заміни ними натуральних кісткових препаратів при виготовленні накісткових фіксаторів.

7. Розробити біотехнічну систему накісткового остеосинтезу з імплантованим біотелеметричним модулем.

8. Провести порівняльний аналіз та біомеханічні дослідження жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів із різною формою поперечних перерізів.

Об'єкт дослідження – процес розробки конструкцій для малоконтактного накісткового остеосинтезу дистальних, проксимальних і діафізарних переломів й пошкоджень довгих кісток, визначення та оцінки їх конструктивних параметрів і шляхів проектування.

Предмет дослідження – біотехнічна система накісткового остеосинтезу, методи, моделі та накісткові малоконтактні фіксатори різних перерізів і конструктивного виконання для стабільного компресійного та статичного остеосинтезу переломів і ушкоджень довгих кісток.

Методи дослідження. Для визначення стану, створення, вдосконалення та розробки нових конструкцій для остеосинтезу використано методи системного аналізу – при аналізі літературних джерел і формулюванні задач дослідження; методи математичного та комп'ютерного моделювання, комбінаторики,

імітаційного моделювання для розроблення моделей і методів; основи теорії вимірювань і похибок та принципи оцінки біомеханічної придатності накісткових конструкцій різного перерізу та різного конструктивного виконання – при розробленні накісткових фіксаторів; методи прогнозування та експериментальної оцінки конструкцій накісткових фіксаторів для оцінювання результатів впровадження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1. Вперше розроблено методику визначення оптимального розташування фіксуючих елементів на корпусах накісткових фіксаторів, яка дозволяє мінімально травмувати та послаблювати кортикальну речовину кістки, забезпечує адекватну та стабільну фіксацію накісткових конструкцій при лікуванні діафізарних переломів і враховує для них усі випадки простих та складних видів навантажень, забезпечуючи найкращу фіксацію відламків пошкодженої кістки.

2. Отримав подальшого розвитку метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу накісткових конструкцій для остеосинтезу шляхом оцінювання біомеханічної жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів з різною формою поперечних перерізів, що дозволило ще на етапі їх розроблення оцінити властивості майбутніх фіксуючих конструкцій з урахуванням оптимальних розмірів поперечних перерізів накісткових конструкцій.

3. Удосконалено метод визначення прогину модельних препаратів кісток шляхом введення етапу оцінювання величин прогинів препаратів за допомогою наближеного диференціального рівняння вісі зігнутого бруса та етапу визначення коефіцієнтів співвідношення величин прогинів модельних і натурних зразків кісток, що дозволило визначити рівень деформації виготовлених моделей великогомілкової та стегнової кісток при згині в дорсовентральній, вентро-дорсальній, латеромедіальній і медіолатеральній площинах.

4. Побудовано змістовні моделі для визначення якісно-кількісних параметрів отворів на корпусі накісткового фіксатора, які відрізняються варіантами розташування фіксуючих та блокуючих елементів на корпусах фіксаторів з одночасним визначенням порогів отворів, що забезпечило ефективну фіксацію

накісткових конструкцій з можливістю оцінювання їх напружено-деформованого стану.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що:

1. Проведений аналіз наявних методів, моделей, засобів і систем для накісткового остеосинтезу показав, що, незважаючи на його розповсюдженість і вживаність, він все ще має недоліки й проблемні питання щодо фіксації уламків пошкоджених кісток та наявності засобів електронного контролю за станом фіксатора й кістки, які можуть бути усунені шляхом створення відповідних моделей, методів і біотехнічної системи накісткового остеосинтезу.

2. Проведено дослідження і моделювання біомеханічних властивостей довгих кісток із різних матеріалів, у результаті чого були визначені кількісні та якісні вимоги до модельних матеріалів для заміни ними на етапі моделювання натурних кісткових препаратів.

3. Розроблено біотехнічну систему та імплантований модуль накісткового остеосинтезу, впровадження яких у клінічну практику дає можливість у 8-ми з 10-ти випадків своєчасно виявити можливі запалення та зрушення кісток, набряки й припухлості, попереджаючи тим самим імовірні ускладнення та рецидиви.

4. Проведені впровадження та апробація біотехнічної системи й імплантованого модуля накісткового остеосинтезу підтвердили підвищення ефективності надання медичної допомоги (мета роботи), що знайшло своє відображення в збільшенні коефіцієнтів: медичної ефективності – K_p – з 0,81 до 0,9; обсягу виконаної роботи – $K_{об}$ – з 0,63 до 0,91; інтегрального коефіцієнта інтенсивності – K_i – з 0,39 до 0,46 при забезпеченні зростання коефіцієнта відповідності системи щодо рівня якості медичної допомоги – $K_{ен}$ – з 0,73 до 0,89.

5. Оцінювання інформативності розробленої БТС та імплантованого модуля, методів і моделей здійснювалось за основними критеріями доказової медицини: чутливості S_e , специфічності S_p і точності A_c , розраховані значення яких ($S_e=83,3\%$ – без БТС; $S_e=90\%$ – з БТС, $S_p=76,9\%$ – без БТС, $S_p =69,2$ – з БТС, $A_c =81,4\%$ – без БТС, $A_c=83,7$ – з БТС) підтвердили високу ефективність і достовірність БТС, модуля, методів і моделей.

Результати апробації моделей, методів і БТС разом з практичними рекомендаціями, розробленими в дисертаційній роботі, упроваджено в комунальній установі «Маріупольська міська лікарня № 4 ім. І.К. Мацука» (акт від 18.05.2017 р.) при розробці, проектуванні та виготовленні накісткових конструкцій для остеосинтезу довгих кісток людини, що дозволило вдосконалити конструкції накісткових фіксуєчих конструкцій; у навчальний процес ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет» (акт від 13.03.2017 р.) при викладанні відповідних дисциплін.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати дисертації, які виносяться на захист, отримані здобувачем самостійно. В роботах, опублікованих в співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в наступному: в [1, ПДТУ] – удосконалено метод визначення прогину препаратів кісток на основі наближеного диференціального рівняння; в [2, ПДТУ] – оцінено напружено-деформований стан матеріалу накісткових фіксаторів, визначено шляхи їх вдосконалення; в [3, ПДТУ] – запропоновано вдосконалення технічних засобів для накісткового остеосинтезу; в [4, ПДТУ] – запропоновано розроблення методів та змістовних моделей накісткового остеосинтезу при простих видах навантажень; в [5, ПДТУ] – проведено оцінювання динамічних процесів у неперервних прокатних станах при виробництві накісткових пластин для остеосинтезу; в [6, ПДТУ] – проведено порівняльний аналіз та біомеханічні дослідження жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів із різною формою поперечних перерізів; в [7, ПДТУ] – проведено порівняльний аналіз накісткових фіксаторів та біомеханічні дослідження їх жорсткості та стабільності, визначила найбільш вживані конструкції накісткових фіксаторів; в [8, ПДТУ] – розвинуто метод визначення оптимальних розмірів поперечного перерізу накісткових фіксаторів; в [9, ПДТУ] – проведено дослідження жорсткості та стабільності накісткових фіксаторів із різною формою поперечних перерізів при згині; в [10, ПДТУ] – запропоновано спосіб діагностики можливих ускладнень при остеосинтезі; в [11, ПДТУ] – досліджено, шляхом моделювання біотехнічних властивостей, довгі кістки з різних матеріалів при виготовленні накісткових фіксаторів; в [12, ПДТУ] – проведено оцінювання способів виробництва накісткових

пластин для остеосинтезу; в [13, ПДТУ] – побудовано змістовні моделі, використовуючи принципи комбінаторики, для визначення кількісно-якісних параметрів отворів на корпусі накісткового фіксатора для різних моделей накісткового остеосинтезу; в [14, ПДТУ] – запропоновано методику оцінки проектної міцності накісткових конструкцій; в [15, ПДТУ] – запропоновано методику оптимального розміщення фіксуючих елементів на корпусі накісткових фіксаторів, враховуючи навантаження на біотехнічну систему «кість-фіксатор»; в [16, ПДТУ] – запропоновано біотехнічну систему накісткового остеосинтезу з імплантованим біоелектричним модулем, методику та установку для експериментального визначення розмірів перерізів накісткових пластин; в [17, ПДТУ] – запропоновано вдосконалення методів лікування переломів довгих кісток та нові технології для остеосинтезу; в [18, ПДТУ] – запропоновано математичне обґрунтування використання накісткових фіксуючих конструкцій при остеосинтезі; в [19, ПДТУ] – сформульовано вимоги щодо доцільності використання моделей та конструкцій накісткового фіксатора; в [20, ПДТУ] – сформульовано варіанти щодо способу установки моделей та конструкцій накісткового фіксатора на пошкоджену кістку; в [21, ПДТУ] – запропоновано методику оптимального розміщення фіксуючих елементів на корпусі накісткових фіксаторів.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та окремі результати роботи доповідались і обговорювались на: XVII з'їзді ортопедів-травматологів України (м. Київ, 2016 р.); міжнародному симпозиумі «Надёжность и качество - 2016» (м. Пенза, Росія, 2016 р.); Міжнародному симпозиумі «Надёжность и качество - 2017» (м. Пенза, Росія, 2017 р.); на 21-ому Міжнародному молодіжному форумі «Радіоелектроніка і молодь в XXI столітті» (м. Харків, 2017 р.); на X Міжнародній науковій конференції «Наука и образование - 2017», (м. Рим, 2017 р.); на першій міжуніверситетській науково-практичній конференції «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії» (м. Київ, 2017 р.); на VI Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» (м. Вінниця, 2017 р.); на 17-ій Міжнародній науково-технічній конференції «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах –

ВОТТП - 2017» (м. Одеса, 2017 р.); на Міжнародному конгресі з біомедичної інженерії (м. Одеса, 2016 р.), на міжнародних науково-технічних конференціях (МНТК): МНТК «Вітчизняні інженерні розробки для охорони здоров'я» (м. Київ, 2016 р.); МНТК ДВНЗ «ПДТУ» (м. Маріуполь, 2009 – 2017 рр.), міжнародних конференціях і семінарах, у тому числі: - «Університет – місту», (м. Маріуполь, 2002-2006 рр.); Міжнародній науково-технічній конференції молодих спеціалістів «Азовсталь-2005» (м. Маріуполь, 2005 р.); VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих спеціалістів ПАО «ММК ім. Ілліча», (м. Маріуполь, 2006 р.); «Університетська наука», (м. Маріуполь, ПДТУ, 2007-2013 рр.); у Краматорську «Достижения и проблемы развития технологий и машин обработки давлением»: на XV Міжнародній науково-технічній конференції (2012 р.); на науково-технічній конференції ДДМА (2013 р.).

Публікації. Основні положення та результати дисертації опубліковано в 21 науковій праці: 9 статей у фахових наукових виданнях [1-9], що входять до переліку фахових видань з технічних наук; 1 стаття в закордонному періодичному виданні [10]; 1 стаття в нефарховому науковому виданні [21], що входить до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus; 8 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях та конгресах [11-18]; 2 патенти України на корисну модель [19, 20]. Загальна кількість публікацій у наукометричній базі даних Scopus - 1.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і 4 додатків. Загальний обсяг дисертації 226 сторінок, з яких основний зміст викладений на 145 сторінках. Дисертаційна робота містить 27 рисунків і 92 таблиць. Список використаних джерел містить 195 найменувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Г. Артюх, Е. Киреева, и А. Холькин, «К вопросу о вычислении объёма фигур равного ската», *Захист металургійних машин від поломок*, № 8, с. 258–263, 2005.
- [2] Г. Артюх, Е. Сорочан, С. Карлушин, Ю. Сергиенко, и С. Кондрашин, «К вопросу повышения прочности тrefовых соединений», *Захист металургійних машин від поломок*, № 11, с. 189-192, 2009.
- [3] Г. Артюх, и Е. Киреева, «О приближенном решении задачи пластического кручения», *Захист металургійних машин від поломок*, №9, с. 213-217, 2006.
- [4] Г. Артюх, и Е. Сорочан, «Определение предельных моментов для шпиндельной передачи прокатных станов», *Обработка материалов давлением*, № 4 (29), с. 203-208, 2011.
- [5] Е. Сорочан, «Исследование динамических процессов в непрерывных прокатных станах», *Захист металургійних машин від поломок*, № 14, с. 137-142, 2012.
- [6] Е. Сорочан, и Г. Артюх, «К вопросу определения несущей способности тrefовых соединений», *Захист металургійних машин від поломок*, №12, с. 68-71, 2010.
- [7] Е. Сорочан, «Определение предельного момента для круглого вала с четырьмя выкружками», *Вісник Приазовського державного технічного університету*, № 2 (23), с. 221-225, 2011. ISSN: 2225-6733.
- [8] Е. Сорочан, «Предельное равновесие круглого вала с выкружкой», *Захист металургійних машин від поломок*, №13, с.231-234, 2011.
- [9] М. Гофман, и Е. Киреева, «Определение оптимальных размеров поперечного сечения двухлысочного бруса при косом изгибе», *Захист металургійних машин від поломок : міжвуз. темат. зб. наук. праць*, № 4, с. 287-289, 1999.

- [10] М. Белов, А. Азархов, Т. Пастухова, Е. Сорочан, В. Паладюк, и А. Шайко-Шайковский, «Способ бесконтактной дистанционной диагностики воспалительных процессов и физиологических расстройств организма путём оценки теплового излучения», *East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*, vol. 1, no 3(7), pp.100-105, 2016.
- [11] А. Шайко-Шайковский, И. Олексюк, Е. Бурсук, А. Азархов, Е. Сорочан и Т. Пастухова, «Методика сравнительной биомеханической оценки стабильности остеосинтеза поперечных диафизарных переломов бедренных костей с помощью различных интрамедуллярных и накостных конструкций», на *Международном симпозиуме*, Пенза, 2016, с.269-271.
- [12] E. Sorochan, V. Artiukh, B. Melnikov, and T. Raimberdiyev, «Mathematical Model of Plates and Strips Rolling for Calculation of Energy Power Parameters and Dynamic Loads», *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology - 2016: XV International Conference: MATEC Web Conference*, vol. 73, pp.1-12, 2016. [Online]. Available: http://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2016/36/matecconf_tpacee2016_04009.pdf. Accessed on: August 11, 2016. Doi: 10.1051/matecconf/2016/20167304009.
- [13] А. Шайко-Шайковский, Е. Сорочан, М. Белов, И. Олексюк, и Д. Леник, «Методика компьютерной оптимизации размещения фиксирующих элементов на корпусе 8-мивинтовой накостной пластины при поперечных диафизарных переломах длинных костей опорно-двигательного аппарата на *Международном симпозиуме*, Пенза, 2017, с. 346-348. ISSN: 2220-6418.
- [14] О. Сорочан, та О. Шайко-Шайковський, «Розрахункові шляхи оцінки проектної міцності накісткових конструкцій», на *Международной научно-технической конференции Университетская наука-2017*, Мариуполь, 2017, с.81-82.
- [15] А. Шайко-Шайковский, Е. Сорочан, М. Белов, А. Богорош, и И. Олексюк, «Методика компьютерной оптимизации размещения фиксирующих

элементов на корпусе наклонной пластины при поперечных диафизарных переломах», на *X Международной научной конференции Наука и образование*, Хмельницкий, 2017, с. 96-102.

- [16] В. Шельвийко, О. Сорочан, та М. Никифорчук, «Експериментальна методика та установка оцінки жорсткості нахвосткових пластин для остеосинтезу», на *Міжнародному молодіжному форумі Радіоелектроніка та молодь у ХХ столітті*, Харків, 2017. с. 136–137.
- [17] О. Сорочан, та О. Шайко-Шайковський, «Методи та засоби нахвосткового остеосинтезу опорно-рухового апарату людини», на *Международной научно-технической конференции Университетская наука-2017*, Мариуполь, 2017, с. 256-266.
- [18] Е. Сорочан, А. Азархов, и С. Федорова, «Математическое обоснование конструктивных параметров наклонных фиксирующих конструкций для остеосинтеза», на *Международной научно-технической конференции Университетская наука-2016*, Мариуполь, 2016, с. 35-36.
- [19] О. М. Сорочан, О. Ю. Азархов, О. Г. Шайко-Шайковський, І. С. Олексюк, М. Є. Белов, та Є. Г. Махрова «Нахвосткова малоконтактна пластина для остеосинтезу із підвищеною жорсткістю та зниженою масою», *МПК А 61 В 17/58 (2006.01), А 61 В 17/00, № 114602*, Бер. 10, 2017.
- [20] О.М. Сорочан, О.Ю. Азархов, О.Г. Шайко-Шайковський, І.С. Олексюк, М. Є. Белов, та Є. Г. Махрова «Нахвосткова малоконтактна пластина для остеосинтезу з приливками та дротяним серкляжем», *МПК А 61 В 17/82 (2006.01), № 114603*, Бер. 10, 2017.
- [21] О. Сорочан, О. Азархов, І. Олексюк, М. Белов, та О. Шайко-Шайковський, «Методика проектування та біомеханічної оцінки конструктивних параметрів нахвосткових фіксаторів для лікування переломів трубчастих кісток», *Молодий вчений*, № 9, с. 106–111, 2016. ISSN: 2304-5809.

- [22] А.В. Волков, «К вопросу о безопасности остеопластических материалов» *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, № 1. с. 46–50, 2015.
- [23] Г. Гайко, А. Калашніков, та В. Полішко, «Діафізарні переломи в структурі травм опорно-рухової системи у населення України», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №1, с.84-87, 2006.
- [24] Г. Гайко, Л. Анкин, Ю. Поляченко, Н. Анкин, А. Коструб, и А. Лакша, «Традиционный и малоинвазивный остеосинтез в травматологии», *Ортопедия травматология и протезирование*, №2, с.73-76, 2000.
- [25] М. Гофман, и Е. Киреева, «Определение оптимальных размеров поперечного сечения двухлысочного бруса при косом изгибе», *Захист металургійних машин від поломок : збірник наукових праць*, №4, с.287-289, 1999.
- [26] С. Білик, та А.Зінченко, «Стабільно-функціональний остеосинтез подвійною накістковою деротаційною пластиною (ПДП) у лікуванні переломів довгих кісток верхньої кінцівки і ключиці та їх наслідків», *Буковинський медичний вісник*, т.5, №4, с.18-22, 2001.
- [27] М. П. Кавун, *Структурно-функціональна організація м'язової системи*. Чернівці, Україна : Прут, 2005.
- [28] А. Калашніков, та В. Малик, «Порівняльна характеристика ефективності оперативного лікування хворих із черезвертлюговим переломами стегнової кістки з використанням різних металевих фіксаторів», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №1, с.62-68, 2016.
- [29] С.В. Білик, «Стабільно-функціональний накістковий остеосинтез діафізарних переломів стегнової кістки та їх наслідків», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №3, с.47-52, 2002.
- [30] П. Білинський, В. Чаплінський, та В. А. Андрейчин, «Концепція малоконтактного багатоплощинного остеосинтеза діафізарних переломів кісток гомілки», *Ортопедия травматология и протезирование*, №3, с.88-92,

2013.

- [31] П. І. Білінський, «Реалії і перспективи малоконтактного остеосинтезу», *Ортопедія, травматологія та протезування*, № 3. с. 30–33, 2002.
- [32] Н. Корж, Е. Мателёнок, и В. Лукьянченко, «Первый опыт накостного остеосинтеза несросшихся переломов длинных костей титановыми пластинами», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №2, с.63-66, 2008.
- [33] О. І. Березовський, *Імобілізація, компресія і distraкція у практичній травматології та ортопедії*, Тернопіль, Україна: Укрмедкнига, 2000.
- [34] В. Климовицкий, и Д. Бородин, «Малоинвазивный остеосинтез при переломах проксимального отдела бедренной кости у больных пожилого возраста», *Травма*, т.14, №1, с.4-9, 2013.
- [35] В. П. Колодченко, «Кісткова система людини та вік», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №3, с.53-58, 2004.
- [36] В. Копысова, В. Каплун, и А. Светашов, «Результаты накостного остеосинтеза с дополнительной стабилизацией пластины стягивающими скобами», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №4, с.11-14, 2011.
- [37] М. Корж, та П. Білінський, «Теоретичне дослідження мікрорухомості фрагментів кістки та напруженого стану пластини при малоконтактному і повноконтактному остеосинтезі», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №1, с.25-29, 2004.
- [38] А. Кузьминых, и О. Штанаков, «Определение понятий в травматологии», *Ортопедия, травматология*, №8, с.71-73, 1988.
- [39] О. Дудко, А. Зінченко, І. Олексюк, О. Сорочан, М. Білов, та О. Шайко-Шайковський, «Порівняльний біомеханічний аналіз накісткових фіксаторів для остеосинтезу переломів довгих кісток», на *XVII з'їзді ортопедів-*

травматологів України, Київ, 2016, с.240.

- [40] Л. Анкин, «Биологический остеосинтез – новое направление современных методов хирургического лечения переломов», *Ортопедия, травматология, №4, с.127-130, 1997.*
- [41] Л. Анкин, *Остеосинтез металлическими пластинами*, Київ, Україна: Здоров'я, 1989. ISBN 5-311-00195-X
- [42] Л. Анкин, и Н.Анкин, «Пластины с минимальным контактом для биологического стабильно-функционального остеосинтеза», *Травматология и ортопедия России, №3, с. 45-48, 2006.*
- [43] Н. Анкин, Л. Анкин, Н. Шидловский, и Н. Сатышев, «Экспериментально-биомеханические испытания накостного остеосинтеза при переломах диафиза большеберцовой кости», *Вісник ортопедії, травматології та протезування, №1, с.68-75, 2011.*
- [44] С. В. Білик, «Двоплощинний накістковий остеосинтез при переломах кісток подвійною деротаційною пластиною з обмеженим контактом», дис. канд. мед. наук, Ін-т травматології та ортопедії, Київ, Україна, 2005.
- [45] А. В. Калашніков, «Порівняльний аналіз ефективності лікування діафізарних переломів стегнової та великогомілкової кістки при різних видах остеосинтезу», *Вісник ортопедії, травматології та протезування, №1, с. 17-22, 2013.*
- [46] І. Лазарев, Ю. Гук, Ю. Олійник, та М. Скибан, «Напружено-деформований стан проксимального відділу стегнової кістки з наявністю порожнистого дефекта», *Травма, т.16, №3, с.62-71, 2015.*
- [47] І. Олексюк, А. Зінченко, К. Стебліна, та О. Шайко-Шайковський, «Шляхи та методи вдосконалення накісткових конструкцій для остеосинтезу», *Науковий збірний Ужгородського університету, №32, с.125-128, 2017*

- [48] В. Л. Васюк, И. М. Рубленик, А. Г. Шайко-Шайковский, и К.Д. Рединский, авторское свидетельство «Устройство для определения деформации костного образца», №1409250, Июль 15, 1988.
- [49] R.A.Levandovsky, and A. G. Shayko-Shaykovski, «Biomechanical simulation for upper arm prosthesis with hinge fastening», *Russian Journal of Biomechanics*, vol.18, №1, pp.65-72, 2014.
- [50] В. Васюк, І. Рубленик, та О. Шайко-Шайковський, «Біомеханічне обґрунтування форми та розміру пластини для субфасціального біологічного остеосинтезу черезвертлюгових переломів стегнової кістки», *Український журнал медичної техніки і технологій*, №1/2, с.26-30, 2000.
- [51] В. Васюк, та О. Шайко-Шайковський, «Біомеханічний аналіз варіантів конструкції субфасціального фіксатора для біологічного остеосинтезу переломів вертлюгової ділянки стегна», *Буковинський медичний вісник*, №4, с.126-131, 2000.
- [52] П. Ковальчук, А. Зінченко, І. Олексюк, С. Білик, О. Шайко-Шайковський, та К. Стебліна, «Пристрій для оцінки міцності гвинтових з'єднань при остеосинтезі», *МПК А 61 В 17/56 (2006.01)*, № 2602, Черв. 15, 2004.
- [53] О. Шайко-Шайковський, Т. Царик, В. Сапожник, М. Белов, Д. Леник, В. Василов, та С. Білик, «Пристрій для оцінки міцності гвинтованих з'єднань при остеосинтезі», *МПК А 61 В 17/56 (2006.01)*, №29923, Січ. 25, 2008.
- [54] И. Рубленик, С. Билык, и А. Шайко-Шайковский, «Моделирование напряжённно-деформированного состояния кости при поперечном диафизарном переломе, синтезированном накостным фиксатором», на *Международном симпозиуме : Надёжность и качество*, Пенза, 2002, с.465-467.
- [55] І. Рубленик, К. Гуцуляк, та О. Шайко-Шайковський, «Методика аналітичного порівняння біомеханічних властивостей плоскої та подвійної деротаційної пластин для накісткового остеосинтезу», *Вісник ортопедії, травматології та*

протезування, №4, с.73-75, 2003.

- [56] І. Рубленик, «Біомеханічне обґрунтування накісткового остеосинтезу малоконтактними накістковими пластинами», на *X Конгресі світової федерації українських лікарських товариств*, Чернівці, 2004, с.502.
- [57] І. Рубленик, О. Шайко-Шайковський, та В. Васюк, «Методика визначення розмірів та кількості блокуючи гвинтів субфасціальної біотехнічної системи в залежності від положення корпусу фіксатора», *Український журнал медичної техніки і технологій*, №3-4, с.66-72, 2000.
- [58] В. Дубровский, и В. Н. Фёдорова, *Биомеханика*. Москва, Россия: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003.
- [59] А. Каплан, и В. Лирцман, «Сравнительная оценка и показания к различным методам остеосинтеза при закрытых переломах костей конечностей», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №10, с.1-6, 1975.
- [60] П. Нікітін, та О. Ріхтер, «Перший досвід виконання остеосинтезу плечової кістки пластиною з кутовою стабільністю», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №1, с.72-74, 2008.
- [61] А. Шайко-Шайковський, и К. Стеблина, «Использование математического моделирования в проектировании на костных фиксаторов для остеосинтеза длинных костей», *Международ. симпозиуме Надёжность и качество*, Пенза, 2004, с.75
- [62] И. Абдуллин, М. Миронов, и Г. Гаврилов, «Бактерицидные и биологические покрытия для медицинских имплантатов и инструментов», *Медицинская техника*, №4, с.20-22, 2004.
- [63] П. Ковальчук, С. Білик, О. Шайко-Шайковський, І. Олексюк, А. Зінченко, та О. Зінків, «Пристрій для остеосинтезу з багатопощинною фіксацією », *МПК А 61 В 17/56 (2006.01)*, №2604, Черв. 15, 2004

- [64] І.Олексюк, А. Зінченко, К. Стебліна, та О. Шайко-Шайковський, «Шляхи моделювання та порівняльного біомеханічного аналізу деформативності стегнових кісток», на *Науково-практичній конференції : Реконструктивно-відновні методи в травматології та ортопедії*, Донецьк, 2007. С.134-138.
- [65] О. Попсуйшапка, В. Литвишко, Н. Ашукіна, та С. Яковенко , «Переміщення відламків підчас лікування діафізарних переломів та їх значення для процесу регенерації кісті», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №2 (603), с.31-41, 2016.
- [66] А. Лазарев, Э. Солод, и А. Рогозин, «Подкожно-субфасциальный малоинвазивный остеосинтез внесуставных переломов нижней трети большеберцовой кости пластинами с блокируемыми винтами», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №1, с.7-12, 2006
- [67] В. Левенец, «Спортивный травматизм – проблемы и пути решения», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №3, с.77-83, 2004.
- [68] Р. Никифоров, С. Куценко, Ю. Костандов, Р. Рамский, И. Шиповский, Д. Митюнин, и Лей Сюй, «Механико-математическая модель системы металлоостеосинтеза и расчёт её напряжённно-деформированного состояния», *Травма*, т.14, №3, с.43-52, 2013.
- [69] Г.Оноприенко, А. Древаль, Л.Марченкова, и И. Крюкова, «Ретроспективный анализ частоты и стоимости лечения переломов проксимального отдела бедра и дистального отдела предплечья в Московской области (1998-2002 гг.)», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №2, с.10-16, 2006.
- [70] П. Билинский, В. Чаплинский, и Е. Андрейчан, «Сравнительный теоретический анализ биомеханических аспектов остеосинтеза при поперечных переломах большеберцовой кости контактными и малоконтактными пластинами», *Травма*, т. 14, №2, с.63-72, 2013.

- [71] Г. Гайко, А. Калашніков, та Є. Лимар, «Стан і проблеми ортопедо-травматологічної допомоги населенню», *Ортопедия травматология и протезирование*, №6, с.5-9, 2004.
- [72] T. Damron, M. Rock, S. Choudhury, J. Grabowski, and K. An, «Biomechanical analysis of prophylactic fixation for middle third humeral impending pathologic fractures », *Clin Orthop Relat Res*, no.363, pp.240-248, 1999.
- [73] Л. Анкин, Н. Анкин, и Ю. Поляченко, «Применение миниинвазивного остеосинтеза при лечении диафизарного перелома бедренной кости», *Клінічна хірургія*, №6, с.40-43, 200.
- [74] О. Салійчук, С. Білик, П. Ковальчук, В. Василов, О. Шайко-Шайковський, та К. Стебліна, «Пристрій для остеосинтезу з хвилеподібним демпфером», *МПК А 61 В 17/56 (2006.01)*, №2601, Черв. 15, 2004
- [75] І. Рубленик та С. Білик, «Пристрій для остеосинтезу», *Клінічна анатомія та оперативна хірургія*, №1, с.77-79, 2002.
- [76] И. Рубленик, С. Билык, А. Шайко-Шайковский, и К. Гуцуляк, «Экспериментальное определение усилия крепления накостных фиксаторов при остеосинтезе переломов трубчатых костей разного уровня локализации», на *Международ. симпозиуме Надёжность и качество* , Пенза, 2003, с.389-392.
- [77] О. Тяжелов, Н. Полетаева, К. Романенко, Л. Горидова и Д. Прозоровський, «Математичне моделювання діафізарних деформацій довгих кісток», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №3, с.61-63, 2010.
- [78] С.В. Білик, «Динаміка загоєння діафізарного перелому в умовах застосування подвійної деротаційної пластини», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, т. 40, №1, с.35-39, 2004.
- [79] В. Девко, «Состояние и перспективы отечественной медицинской промышленности», *Медицинские вести*, № 1, с. 33–38, 1997.

- [80] І. Рубленик, та С. Білик, «Малоінвазивний накістковий остеосинтез в лікуванні переломів плечової кістки», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №2, с.111-113, 2002.
- [81] О. Радомський, Ю. Літун, та М. Шидловський, «Новий спосіб остеосинтезу дистального епіметафіза малогомілкової кістки фігурною пластиною : (біомеханічне дослідження)», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №3, с.40-44, 2010.
- [82] П. И. Бегун, и Ю. А. Шукейло, *Биомеханика*, Санкт-Петербург, Россия: Политехника, 2000.
- [83] Н. Корж, Д. Яременко, О. Шевченко, та К. Беренов, «Сучасний стан і динаміка розвинення ортопедо-травматологічної служби України та заходи з її організаційного вдосконалення», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №1, с.7-14, 2007.
- [84] И. Литвинов, и В. Ключевский, «Накостный малоинвазивный остеосинтез при закрытых переломах нижней трети большеберцовой кости», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №1, с.13-17, 2006.
- [85] С. Білик, І. Рубленик, О. Шайко-Шайковський, та А. Ковалик, «Математичне моделювання напружено-деформованого стану кістки при поперечному діафізарному переломі, синтезованому накістковим фіксатором», *Буковинський медичний вісник*, т.6, №4, с.215-217, 2002.
- [86] C. Gaebler, S. Stanzl-Tschegg, G. Heinze, B. Holper, T. Milne, G. Berger, and V. Vécsei, «Fatigue strength of locking screws and prototypes used in Small-diameter tibial nails : a biomechanical study», *Trauma*, no.47(2), pp.379-384, 1999.
- [87] F. Kummer, O. Olsson, and C. Pearlman, «. Intramedullary versus extramedullary fixation of subtrochanteric fractures. A biomechanical study», *Acta Orthop. Scand.*, no.69(6), pp.580-584, 1998.

- [88] R. Lunsio, *Dinamic fixation of unstable trochanteric hip fractures*, Helsingborg, Sweden, 1998.
- [89] О. Шайко-Шайковський, «Методика оцінки міцності та жорсткості біотехнічної системи для субфасціального остеосинтезу при лікуванні переломів вертлюгової ділянки стегна». *Науковий вісник Чернівецького національного університету : Фізика. Електроніка*, №86, с.61-62, 2000.
- [90] И. Рубленик, К. Стеблина, и А. Шайко-Шайковский, «Биомеханическая оценка эффективности конструкций для остеосинтеза косых диафизарных переломов бедренной кости», *Mechanika w Medycynie*, №8, с.197-202, 2006.
- [91] К. Стеблина. «Методика оцінки деформативності біотехнічної системи «кістка-фіксатор» при використанні хвилеподібної пластини для остеосинтезу», *Вісник морської медицини*, №3, с.310-312, 2006.
- [92] С. Билык, К. Гуцуляк, И. Рубленик, и А. Шайко-Шайковский, «Экспериментальное определение усилия крепления накостных фиксаторов при остеосинтезе переломов трубчатых костей разного уровня локализации», на *Международном симпозиуме : Надёжность и качество*, Пенза, 2003, с.478.
- [93] А. Бондаренко, В. Пелеганчук, В. Распопова, и С. Печенин, «Разрушение имплантатов при накостном остеосинтезе переломов длинных костей», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №2, с.41-44, 2004.
- [94] А. Попсуйшапка, И. Боровик, А. Белостоцкий, и О. Мананков, «Внутренние напряжения при нагрузках конструкций «отломки бедренной кости - аппарат внешней фиксации», «отломки бедренной кости - накостный фиксатор» и клинические аспекты их проявления», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №2, с.56-62, 2008.
- [95] К. Стебліна. «Оцінка умов стабільності накісткового остеосинтезу», *Науковий вісник Чернівецького національного університету : Фізика. Електроніка*, №268, с.106-108, 2005.

- [96] К. Стеблина. «Биомеханические аспекты накостного остеосинтеза поперечных и косых диафизарных переломов длинных костей Z-образной и волнообразной пластинами», *Российский журнал биомеханики*, т.9, №3, с.89-95, 2005.
- [97] О. Тяжелов, та Н. Полетаева, «Сучасні тенденції остеосинтезу метафізарних та метадіафізарних переломів довгих кісток : (огляд літератури)», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №2, с.96-102, 2013.
- [98] І. Рубленик, та С. Білик, «Малоінвазивний накістковий остеосинтез у лікуванні діафізарних переломів», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №4, с.27-29, 2002.
- [99] І. Рубленик, В. Васюк, О. Шайко-Шайковський, та А. Ащеулов, «Методика визначення форми й розмірів елементів фіксатора для біологічного остеосинтезу», на *Міжнародному симпозіумі : Актуальні питання медичної допомоги населенню*, Чернівці, 2000, с.137-139.
- [100] Показатели информативности диагностических методов. [Электронный ресурс]. Доступо : [http://http://vmede.org/sait/?page=3&id=Onkologiya_analiz_vasilev_2008&menu=Onkologiya_analiz_vasilev_2008](http://vmede.org/sait/?page=3&id=Onkologiya_analiz_vasilev_2008&menu=Onkologiya_analiz_vasilev_2008). Дата обращения: Март 30,2018.
- [101] М. П. Скакун, *Основи доказової медицини* : Тернопіль, Україна: Укрмедкнига, 242 с., 2005.
- [102] Разночастотные модули Microsemi стандарта Med-Net для разработки имплантируемых медицинских приборов. [Электронный ресурс]. Доступо :<http://www.icquest.ru/?article=270>. Дата обращения: Сент. 09,2017.
- [103] Л. Анкин, «Осложнения и ошибки при лечении переломов», *Ортопедия, травматология и протезирование : респ. межвед. сб.*, №22, с.77-80, 1992.
- [104] В. Васюк, І. Рубленик, та О. Шайко-Шайковський, «Біомеханічні обґрунтування стабільності різьбових з'єднань при проведенні біологічного субфасціального остеосинтезу переломів вертлюгової ділянки стегна»,

Український журнал медичної техніки і технологій, №1, с.40-45, 2000.

- [105] В. Васюк, І. Рубленик, та О. Шайко-Шайковський, «Математичне обґрунтування методики забезпечення стабільності субфасціального остеосинтезу», *Буковинський медичний вісник*, т.4, №1, с.158-166, 2000.
- [106] М. Головаха, М. Кожемяка, С. Панченко, и В. Красовский, «Оценка напряжений и деформаций системы «кость-фиксатор» при накостном остеосинтезе переломов наружной лодыжки», *Ортопедия травматология и протезирование*, №4(597), с.14-20, 2014.
- [107] С. Ільницький, та В. Проценко, «Вибір методики остеосинтезу при метастатичних ураженнях кісток і кінцівок», *Травма*, т.16, №16, с.65-71, 2015.
- [108] С. Кирилюк, Д. Якимюк, Е. Стеблина, А. Зинченко, и А. Шайко-Шайковський, «Биомеханическое обоснование и использование математического моделирования в повышении надёжности и качества остеосинтеза», на *Международном симпозиуме : Надёжность и качество* , Пенза, 2007. с.142.
- [109] В. Климовицкий, В. Черныш, Х. Лафи, и В. Танцюра, «Анализ критериев выбора способа остеосинтеза внесуставных переломов костей голени», *Травма*, т.14, №1, с.43-47, 2013.
- [110] В. П. Колодченко, «Вікові зміни кісткової системи людини», *Вісник ортопедії, травматології та протезування*, №2, с.47-50, 2006.
- [111] Г. Лаврищева, Л. Михайлова, Д. Черкес-Заде, и Г. Оноприенко, «Об оптимальных условиях репаративной регенерации опорных органов», *Гений ортопедии*, №1, с.120-125, 2002.
- [112] І. Лазарев, М. Шидловський, Ю. Гук, Ю. Олійник, та А. Чеверда, «Біомеханічний аналіз надійності фіксації проксимального відділу стегнової кістки при фіброзній дисплазії в умовах остеосинтезу різними типами фіксаторів», *Травма*, т.16, №5, с.37-44, 2015.

- [113] Е.Литвина, А.Скороглядов, С.Мельниченко, и С.Радкевич, «Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у больных с сочетанной множественной травмой», *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*, №1, с.3-8, 2005.
- [114] О. Лоскутов, С. Павлюченко, и В. Красовский, «Биомеханическое обоснование некоторых вариантов малоинвазивного остеосинтеза при надсинтесмозных переломах наружной лодыжки», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №3, с.64-71, 2010.
- [115] А. Матущак, Ю. Падинич, Е. Стеблина, А. Зинченко, и А. Шайко-Шайковский, «Математическое моделирование и биомеханическое обоснование остеосинтеза переломов проксимальной части лучевой кости при деформации изгиба», на *Международном симпозиуме : Надёжность и качество*, Пенза, 2007. с.147-148.
- [116] С. Перрен, и Р. Маттер. «Эволюция АО философии», *Margo Anterior*, no.1/2, pp.1-3, 2004.
- [117] О. К. Попсуйшапка, «Свойства конструкций «фиксатор-повреждённый сегмент», применяемых при лечении диафизарных переломов костей конечностей : (определение понятий и терминология)», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №3, с.97-101, 2005.
- [118] D. Rikli, R. Curtis, C. Schilling, and J. Goldhahn, «Потенциал использования биодеградируемых пластин и винтов в лечении переломов дистальной части лучевой кости», *Margo Anterior*, no.4, pp.1-8, 2002.
- [119] К. Романенко, А.Белостоцкий, Д. Прозоровский, и Г. Голка, «Функции и виды пластин и винтов в современном остеосинтезе», *Ортопедия, травматология и протезирование*, №1, с.68-75, 2010.
- [120] І. Рубленік, С. Білік, К. Гуцуляк, та О.Шайко-Шайковський, «Методика аналітичного порівняння біомеханічних властивостей плоскої та подвійної деротаційних пластин для накісткового остеосинтезу», *Вісник ортопедії*,

травматології та протезування, т.39, №4, с.73-75, 2003.

- [121] І. Рубленик, К. Стебліна, П. Ковальчук, та О. Шайко-Шайковський, «Біомеханічні аспекти фіксації при накістковому остеосинтезі», *Науковий вісник Чернівецького університету: Фізика, електроніка*, № 261, с. 107-109, 2005.
- [122] І. Рубленик, В. Васюк, В. Паладюк, та О. Шайко-Шайковський, «Біомеханічне обґрунтування кількості блокуючи гвинтів при інтрамедулярному металополімерному остеосинтезі скалкових поздовжньо-нестабільних переломів діафіза стегнової кістки», *Лікарська справа*, №3/4, с.51-54, 2000.
- [123] І. Рубленик, «Біомеханічне обґрунтування умов стабільності накісткового остеосинтезу», на *наук. прак. конф. Малоінвазивні методи лікування пошкоджень та захворювань опорно-рухового апарату*, Чернівці, 2005, с.95.
- [124] І. Рубленик, І. Олексюк, О. Шайко-Шайковський, та К. Гуцуляк, «Остеосинтез діафізарних переломів накістковою металевною пластинною та полімерним сердечником», *Буковинський медичний вісник*, т.6, №1, с.164-169, 2002.
- [125] І. Рубленик, С. Білик, К. Гуцуляк, та О. Шайко-Шайковський, «Порівняльний біомеханічний аналіз накісткового остеосинтезу при використанні різних фіксуючих конструкцій», *Клінічна та експериментальна патологія*. т.2, №1, с.70-74, 2003.
- [126] І. Рубленик, К. Стебліна, А. Зінченко, та О. Шайко-Шайковський, «Експериментальні шляхи оцінки ефективності біотехнічних систем остеосинтезу», *Травма*, т.7, №3, с.411-415, 2006.
- [127] О. Тяжелов, Н. Полетаєва, К. Романенко, и Л. Горидова, «Упруго-стабільний остеосинтез в леченні діафізарних переломов длинных костей у больных пожилого возраста», *Травма*, т.6, №1, с.78-83, 2005.

- [128] В. Ю. Черниш, «Закриті діафізарні переломи стегнової кістки : функціональні результати та ускладнення при різних методах лікування», *Травма*, т.1, №2, с.21-27, 2000.
- [129] А. Шайко-Шайковський, В. Василов, И. Олексюк, и К. Стеблина, «Пути совершенствования интрамедуллярных и накостных конструкций для лечения переломов длинных костей», на *Международ. науч. конф.*, Натания, 2007, с.129.
- [130] О. Шайко-Шайковський, І. Олексюк, та О. Ковалик, «Визначення параметрів напружено-деформованого стану стегнової кістки за допомогою методу скінченних елементів», *Буковинський медичний вісник*, т.5, №4, с.161-166, 2001.
- [131] О. Шайко-Шайковський, «Основи побудови металополімерних конструкцій біотехнічних систем остеосинтезу», дис. д-ра техн. наук, нац. ун-т «Львівська політехніка», Львів, 2002.
- [132] A. Aboulaflia , M. Price, R. Kennon, and W. Hutton, «A comparison of mechanical strength of the femoral neck following locked intramedullary nailing using oblique versus transverse proximal screws», *Orthop Trauma*, no.13(3), pp.160-163, 1999.
- [133] K. Andriano, K. Wenger, A. Daniels, and J. Heller, «Technical note : biomechanical analyses of two absorbable fracture fixation pins after long-term canine implantation», *Biomed Mater Res*, no.48(4), pp.528-533, 1999.
- [134] E. Bar-On, S. Sagiv, and S. Porat, « External fixation or flexible intermedullary nailing for femoral shaft fractures in children. A prospective, randomised study», *Bone Joint. Surg. Br*, no.79(6), pp.975-978, 1997.
- [135] F. Baumgart, G. Kohler, and P. Ochsner, «The physics of heat generation during reaming of the medullary cavity», *Injury*, s.2, no.2, pp.11-25, 1998.
- [136] F. Baumgaertel, and L. Götzen, «Die «biologische» plattenosteosynthese bei mehrfragmentfrakturen des gelenknahen Femurs», *Unfallchirurg*, no.97, pp.78-

84, 1994.

- [137] J. Bazan, J. Niedziółka, W. Lachowicz, and W. Daab, «Osteosynthesis with elastic nailing for treatment of tibial fracture», *Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol.*, no.63(1), pp.31-38, 1998.
- [138] F. Behrens, and K. Searls, «External fixation of the tibia. Basis concepts and prospective evaluation», *J. Bone Joint Surg*, no.68, pp.246-254, 1986.
- [139] M. Benmansour, M. Gottin, J. Rouvillain, G. Larosa, C. Dib, H. Dintimille, and Y. Catonné, «Elastic intramedullary nailing of the tibia with the Marchetti-Vicenzi nail 43 treated cases», *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.*, no.85(3), pp.267-276, 1999.
- [140] J. Blum, H. Macheimer, F. Baumgart, U. Schlegel, D. Wahl, and P. Rommens, «Biomechanical comparison of bending and torsional properties in intramedullary nailing of humeral shaft», *Orthopaedic Trauma*, no.13(5), pp.344-350, 1999.
- [141] J. Blum, H. Macheimer, M. Högner, F. Baumgart, U. Schlegel, D. Wahl, and P. Rommens, «Biomechanics of interlocked nailing in humeral shaft fractures Comparison of 2 nail systems and the effect of interfragmentary compression with the unreamed humeral nail», *Unfallchirurg*, no.103(3), pp.183-190, 2000.
- [142] R. Brumback, P. Ellison, A. Poka, R. Lakatos, G. Bathon, and A. Burgess, «Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft», *J. Bone Joint Surg*, no.71, pp.1324-1331, 1989.
- [143] R. Brumback, T. Toal, M. Murphy-Zane, V. Novak, and S. Belkoff, «Immediate weight-bearing after of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail», *J. Bone Joint Surg*, no.8(11), pp.1538-1544, 1999.
- [144] S. Bock, J. Bechtold, M. Kraft, and U. Boenick, «Effect of iatrogenic damage to intramedullary nails», *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*, no.43, pp.498-499, 1998.

- [145] R. Bucinto, and R. Hammer, «RAB-plane versus sliding hip screw for unstable trochanteric hip fractures : stability of the fixation and modes of failure – radiographic analysis of 218 fractures», *Trauma*, vol.50, no.3, pp.545-550, 2001.
- [146] M. Chapman, «The effect of reamed and nonreamed intermedullary nailing on fracture healing», *Clin Orthop Relat Res*, no.355, pp.230-238, 1998.
- [147] H. Chiboub, «Fractures transversales et enu Taves fracture de la colonne posterieure du cotyle. Resultats des traitements orthopedique e cyirurgical», *Manouar*, vol.52, no.9, pp. 913-917, 1998.
- [148] A. Devitt, K. Coughlan, T. Ward, D. McCormack, D. Mulcahy, P. Felle, and J. McElwain, «Patellofemoral contact forces and pressures during intramedullary tibial nailing», *Jnt. Orthop*, no.22(2), pp.92-96, 1998.
- [149] C. Flisch, and D. Della Santa, «Osteosynthesis of distal radius fractures by flexible intramedullary nailing», *Chir Main*, no.17(3), pp.245-254, 1998.
- [150] W. Friedl, C. Anthoni, T. Fritz, H. Schmotzer, and M. Wipf, «Importance of blade geometry for stability of fixation with short intramedullary nailing systems for the proximal», *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd*, no.115, pp.1224-1226, 1998.
- [151] C. Gäbler, E. Tschegg, M. Greitbauer, S. Stanzl-Tschegg, G. Wozasek, W. Laube, and V. Vécsei, «Fatigue stability of locking screws for unreamed tibial intramedullary nailing», *Unfall – Chirurg*, no.102(1), pp.29-34, 1999.
- [152] E. Gautier, and R. Ganz, «The biological plate osteosynthesis», *Zentralbl Chir*, no.119(8), pp.564-572, 1994.
- [153] C. George, R. Lindsey, P. Noble, J. Alexander, and E. Kamaric, «Optimal location of a single distal interlocking screw in intramedullary nailing of distal third femoral shaft fractures», *Orthopaedic Trauma*, no.12(4), pp.267-272, 1998.
- [154] R. Grass, and H. Zwipp, «Minimally invasive method for treatment of

- supradiacondylar femoral fractures», *Zentralbe Chir*, no.123(11), pp.1247-1251, 1998.
- [155] Hora Niveditha, Markel David, Haynes Alex, and Grimm Michele, «Biomechanical analysis of supracondylar femoral fractures fixed with modern retrograde intramedullary nails», *Orthopaedic Trauma*, no.13(8), pp.539-544, 1999.
- [156] T. Hotz, R. Zellweger, and K. Kach, «Minimal invasive treatment of proximal femur fractures with the long gamma nail : indication, technique, results», *Trauma*, no.47(5), pp.942-945, 1999.
- [157] T. Hupel, S. Aksenov, and E. Schemitsch, « Cortical bone blood flow in loose and tight fitting locked unreamed intramedullary nailing : a canine segmental tibia fracture model », *Orthopaedic Trauma*, no.12(2), pp.127-135, 1998.
- [158] I. Karnezis, A. Miles, J. Cunningham, and I. Learmonth, ««Biological» internal fixation of long bone fractures : a biomechanical study of a «noncontact» plate system », *Injury*, no.29(9), pp.689-695, 1998.
- [159] T. Kase, S. Skjeldal, L. Nordsletten, and O. Reikerås, «Healing of tibial fractures is not impaired after acute hindlimb ischemia in rats», *Arch. Orthop. Trauma. Surg.*, no.117(4/5), pp.273-276, 1998.
- [160] C. Krettek, M. Muller, and T. Miclan, «Evolution of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the femur», *Injury*, vol. 32, no.3, pp.14-23, 2001.
- [161] F. Kummer, D. Hickey, S. Maurer, A. Baitnor, and L. Jazwari, «The self – compressing tibial intramedullary nail», *Bull Hosp Jt. Dis.*, no.58(4), pp.181-183, 1999.
- [162] M. Mahomed, I. Harrington, and T. Hearn, «Biomechanical analysis of the Medoff sliding plate», *Trauma*, vol. 48, no.1, pp.93-100, 2000.
- [163] G. Lewis, «Evaluation of tibial interlocking intramedullary nail segment», *Orthopaedic Trauma*, no.12(1), pp.8-15, 1998.

- [164] J. Lin, N. Inoue, A. Valdevit, Y. Hang, S. Hou, and E. Chao, «Biomechanical comparison of antegrade and retrograde nailing of humeral shaft fracture», *Clin. Orthop.*, no.351, pp.203-213, 1998.
- [165] D. Loch, R. Kyle, J. Bechtold, M. Kane, K. Anderson, and R. Sherman, «Forces required to initiate sliding in second – generation intramedullary nails», *Bone Joint Surg Am*, no.80(11), pp.1626-1631, 1998.
- [166] C. Manueddu, P. Hoff-Meyer, and M. Haluzicky, «Distal humeral fracture in adults : functional evolution and miasurement of isometric strength», *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appaz Mot*, no.83(6), pp.551-560, 1997.
- [167] P. Marchetti, G. Vicenzi, C. Impallomeni, S. Landi, and V. Surdo, «The use elastic nails for intramedullari fixation of humeral fractures and nonunions», *Orthopedies*, no.23(4), pp.343-347, 2000.
- [168] G. Melcher, and Th. Ruedi, «Auf dem Weg zur minimalinvasiven Osteosynthese», *Therapeutische Umschau*, no.50(7), pp.449-453, 1993.
- [169] M. Modabber, and J. Jupiter, «Operative management of diaphyseal fractures of the humerus. Plate versus nail», *Clin. Orthop.*, no.347, pp.93-104, 1998.
- [170] C. Morgan, and P. Brownson, «Reamed or unreamed tibial fractures», *Bone Joint Surg Am*, no.80(3), pp.557-58, 1998.
- [171] E. Morgan, R. Ostrum, J. DiCicco, J. McElroy, and A. Poka, «Effects of retrograde femoral intramedullary nailing on the patellofemoral articulation», *Orthopaedic Trauma*, no.13(1), pp.13-16, 1999.
- [172] F. Neudeck, M. Aufmkolk, G. Voggenreiter, L. Olivier, M. Majetschak, and U. Obertacke, «How Many severely injured multiple-trauma patients can benefit from the biomechanical advantage of early mobilization following femoral intramedyillary nailing?», *Un fall chirurg*, no.101(10), pp.769-774, 1998.
- [173] J. Pendarvis, V. Mandracchia, B. Haverstock, and J. Granquist, «A new fixation technique for metatarsal fractures», *Clin Podiatr Med Surg.*, no.16(4), pp.643-

657, 1999.

- [174] A. Pommer, M. Hahn, A. Dávid, and G. Muhr, «The retrograde tibial nail in Proximal tibial fractures – a biomechanical study», *Langen Becrs. Arch Chir Suppl Kongrescbd*, no.115, pp.1182-1185, 1998.
- [175] C. Roberts, D. King, M. Wang, D. Seligson, and M. Voor, «Should distal interlocking of tibial nails be performed from a medial or a lateral direction. Anatomical and biomechanical considerations», *Orthopaedic Trauma*, no.13(1), pp.27-32, 1999.
- [176] P. Roure, W. Ip, W. Lu, S. Chow, and S. Gogolewski, «Intramedullary fixation by resorbable rods in a comminuted phalangeal fracture moded. A biomechanical study», *Hand Surg*, no.24(4), pp.476-481, 1999.
- [177] I. Rublenik, V. Vasyuk, A. Yurtsenyuk and A. Shaiko-Shaikovsiy, «Interlocking intramedullary metallic–polimeric Nailing of the Femoral and Tibial diaphyseal fractures», *The actual problems of modern medical care*, pp.103-105, 2000.
- [178] I. Rublenik, V. Vasyuk, A. Yurtsenyuk, and A. Shaiko-Shaikovsiy, «Interlocking intramedullary metallic–polimeric Nailing of the Femoral and Tibial diaphyseal fractures», *Russian Journal of Biomechanics*, vol.4, no.1, pp.71-79, 2000.
- [179] T. Ruedi, «Intramedullary nailing with interlocking», *End Department of Surgery, Kantonsspital Chur. Switzerland Arch. Arthrop. Trauma Surg.*, vol.109(6), no.42, pp.17-20, 1999.
- [180] P. Schandelmaier, T. Gössling, A. Partenheimer, and C. Krettek, «Distal fractures of the femur», *Unfallchirurg*, no.103(6), pp.428-436, 2000.
- [181] A. Shaiko-Shaikovsky and V. Vasyuk, «Calculation of systems for subfascial osteosynthesis», *Russian Journal of Biomechanics*, vol.4, no.4, pp.92-99, 2000.
- [182] A. Shaiko-Shaikovskij, M. Belov, and S. Bilik, «Mathematical modeling and optimal allocation of fixing elements on plate body in osteosynthesis», *The Advanced science open access Journal*, pp.28-30, 2013.

- [183] R. E. Stern, «Brocen intramedullary femoral nail», *Orthopedics*, no.21(3), pp.241-242, 1998.
- [184] D. Strothman, D. Templeman, T. Varecka, and J. Bechtold, «Retrograde nailing of humeral shaft fractures : a biomechanical study of its effects on the strength of the distal humerus», *Orthopaedic Trauma*, no.14(2), pp.101-104, 2000.
- [185] K. Wander, P. Schwarz, S. James, B. Powers, B. Taylor, and J. Wimsatt, «Fracture healing after stabilization with intramedullary xenograft costical bone pins : a study in pigeons», *Vet Surg*, no.29(3), pp.237-244, 2000.
- [186] C. Wang. A. Yettram, M. Yoa, and P. Procter, «Finite element analysis of a Gamma nail within a fractured femur», *Medical Engineering & Physics*, no.20(9), pp.677-683, 1998.
- [187] S. Weller, «Die biologische Osteosynthese», in *Langenhecks Arch Chir Suppl II (Kongreßbericht)*, Berlin Heidelberg, 1998, pp.61-65..
- [188] S. Weller. and D. Houtzch, «Die epiperiostale, Percutane Plattenosteosynthese, eine minimal – invasive Technik unter dem Aspekt der «Biologischen Osteosynthese»», *Unfallchirurg*, vol. 101, pp.115-121, 1998.
- [189] K. Wilkey, and W. Mehserle, «Mechanical characteristics of eight femoral intramedullary nailing systems», *Orthopaedic Trauma*, no.12(3), pp.177-185, 1998.
- [190] P. Williams, and D. Shewring, «Use of an elastic intramedullary nail in difficult humeral fractures», *Injury*, no.29(9), pp.661-670, 1998.
- [191] В. Финалгин, «Определение качества деятельности образовательного учреждения по охране здоровья методом экспертных оценок», *Качество, инновации, образование*, №11, с.31-36, 2008.
- [192] С. В. Бек, и В. Ф. Олейниченко, *Система контроля качества и эффективности медицинской помощи : учеб.-метод. пособие*. Томск, Россия: Наука, 59 с.

- [193] Ю. Ю. Мухин, «Мониторинг качества и эффективности медицинской помощи. Подходы, модели, понятийный аппарат», на *XIV ежегодной специализированной конференции и выставке Информационные технологии в медицине*, Москва, 2013. [Электронный ресурс]. Доступо : <http://itm.consef.ru/dl/2013/Mukhin-Y-Y-Monitoring-kachestva-i-effektivnosti-meditsinskoj-pomoschi.pdf>. Дата обращения: Ноябрь 09,2015.
- [194] Е. Орлов, и О. Соколова, «Категория эффективности в системе здравоохранения», *Фундаментальные исследования*, № 4, с.70-75, 2010.
- [195] Б. Кобринский, «Логика аргументации в принятии решений в медицине», *НТИ*, сер.2, № 9, с.1-8, 2001.