

*На правах рукописи*

МОРДОВИН СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ДИАПАЗОНА НАГРУЗКИ НА КОНЕЧНОСТЬ  
ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ  
ПЕРЕЛОМОВ ШЕЙКИ БЕДРА**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Тамбов – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Гамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

**Научный руководитель:**

Доктор медицинских наук, доцент

**Ямщиков Олег Николаевич**

**Официальные оппоненты:**

Доктор медицинских наук, профессор

**Брижань Леонид Карлович**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, полковник медицинской службы, центр травматологии и ортопедии, начальник

Доктор медицинских наук, доцент

**Солод Эдуард Иванович**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, травматолого-ортопедическое отделение №1, ведущий научный сотрудник

**Ведущая организация:**

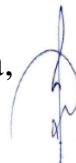
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 999.223.02 на базе ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, ГБУЗ города Москвы «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского» ДЗМ по адресу: 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России по адресу: 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1 и на сайте организации [www.rsmu.ru](http://www.rsmu.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат медицинских наук, доцент



**Сиротин Иван Владимирович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Переломы проксимального отдела бедра занимают ведущее место в структуре общего травматизма на территории Российской Федерации. По данным статистики ВОЗ, данный вид перелома имеет тенденцию к увеличению, что связано, прежде всего, с ростом численности населения и преобладанием группы лиц пожилого и старческого возраста. Как сообщает Л.Н. Анкин и соавт., каждый год в мире регистрируется около 1 700 000 случаев ППОБК, а к 2050 году, учитывая имеющиеся тенденции, данный показатель достигнет 6 300 000 случаев в год. Переломы шейки бедренной кости – глобальная проблема здравоохранения во всем мире, так как она несет значительные социально-экономические последствия как для пациентов и их семей, так и для бюджета страны [Ахтямов И.Ф., 2002; Климовицкий В.Г., 2013; Клюквин И.Ю., 2016 и др.].

Начиная с прошлого столетия, доля пожилых лиц в структуре населения России и зарубежных стран неуклонно растет, что связано, прежде всего, с увеличением продолжительности жизни. Как правило, лица старше 60 лет имеют одну или несколько соматических патологий, в числе которых одно из ведущих мест занимает остеопороз. Закономерным исходом прогрессирующего снижения плотности костной ткани у лиц пожилого и старческого возраста является возникновение низкоэнергетических переломов, полученных в результате падения с высоты собственного роста, самым тяжелым из которых является перелом проксимального отдела бедра [Городниченко А.И., 2008; Белинов Н.В., 2015; Загородний Н.В., 2020 и др.]. Данный вид травмы приводит не только к большим экономическим потерям, но и значительно ухудшает качество жизни пациента. Кроме того, высокой остается летальность пострадавших в течение первого года после перелома шейки бедра, составляя 20–55%. [Акулич А.Ю., 2016; Азизов М.Д., 2019 и др.]

В связи с высокой смертностью и тенденцией данного вида травмы к увеличению, вопрос о лечении перелома шейки бедра вызывает дискуссии и остается открытым как в российской травматологической практике, так и за

рубежом. Выбор необходимой тактики восстановления целостности шейки бедренной кости является сложной задачей, так как лечение должно включать в себя не только хирургические, но и социальные, общемедицинские, реабилитационные и экономические аспекты [Канзюба А.И., 2017; Амраев С.А., 2018].

**Цель исследования:** улучшить результаты хирургического лечения больных с переломами шейки бедра с помощью расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность.

**Задачи исследования:**

1. Изучить основные факторы, влияющие на величину безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
2. Сравнить прочность фиксации перелома шейки бедра различными металлоконструкциями.
3. Разработать способ расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
4. Разработать и внедрить в клиническую практику программу ЭВМ для автоматизированного расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность после остеосинтеза шейки бедра.
5. Оценить эффективность применения способа расчета безопасного диапазона нагрузок на конечность у больных с переломами шейки бедра в послеоперационном периоде.

**Научная новизна**

1. Впервые разработан и применен способ моделирования переломов проксимального отдела бедра (патент на изобретение RU 2754649C1, заявка. № 2020141489, дата регистрации 06.09.2021 «Способ моделирования перелома проксимального отдела бедренной кости»), позволяющий воспроизводить «истинный» перелом шейки бедра различных видов.
2. Впервые разработан способ расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность у больных с переломами шейки бедра.
3. Впервые разработана и применена программа для расчета допустимой нагрузки на оперированную конечность у больных с переломами шейки бедра

(свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, регистрационный номер № 2021665600 от 29.09.2021).

4. Создана база данных расчетов безопасной нагрузки на конечность у пациентов различного пола и возраста, перенесших остеосинтез шейки бедра с учетом особенностей пациента, вида перелома и применяемых для хирургического лечения металлоконструкций (свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» № 2022620384 от 28.02.2022).

### **Практическая значимость**

1. Разработанный способ моделирования переломов проксимального отдела бедра позволил определить прочностные характеристики остеосинтеза шейки бедренной кости различными металлофиксаторами.

2. Программа ЭВМ для расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность после остеосинтеза шейки бедра позволила составить индивидуальный план дозирования нагрузки с первого дня послеоперационного периода до сращения перелома, снизить количество осложнений и улучшить функциональные результаты лечения.

### **Методология и методы исследования**

В исследование были включены 188 пациентов, которым было проведено оперативное вмешательство по поводу перелома шейки бедра. Пациенты были разделены на две группы. В группу сравнения были включены 94 пациента, послеоперационное ведение у которых проводилось по стандартной методике. В основную группу были включены 94 пациента, послеоперационное ведение у которых осуществлялось с использованием программы для расчета диапазона безопасной нагрузки на оперированную конечность. При выполнении работы использовались общие и специальные методы исследования.

### **Положения диссертации, выносимые на защиту**

1. Различия в величине безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра ассоциированы с видом перелома и применяемого металлофиксатора.

2. Разработка индивидуального плана дозирования нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра на основе математических расчетов позволяет добиться лучших функциональных результатов лечения.

3. Применение расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволяет снизить частоту миграции металлоконструкции и увеличить частоту консолидации перелома.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность данных определяется достаточным для реализации цели и задач диссертационного исследования количеством больных (188 пациентов). Для анализа результатов лечения и осложнений использованы современные методы статистической обработки данных. Выводы и практические рекомендации аргументированы, логически вытекают из результатов исследования и соответствуют положениям, выносимым на защиту.

### **Внедрение результатов работы в практическое здравоохранение**

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологического отделения ТОГБУЗ «ГКБ г. Котовска», ТОГБУЗ «Городская больница им. С.С. Брюхоненко г. Мичуринска», ТОГБУЗ «Моршанская ЦРБ», ТОГБУЗ «Уваровская ЦРБ», ТОГБУЗ «Знаменская ЦРБ», ТОГБУЗ «Токаревская ЦРБ», а также в учебный процесс кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина».

### **Апробация работы**

Основные результаты диссертации доложены на научно-практических конференциях: Всероссийской научной конференции преподавателей и студентов «Неделя науки – XXV Державинские чтения» (Тамбов, 2020); XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2021); XI Всероссийской научно-практической конференции «Преподаватель высшей школы: традиции, проблемы, перспективы» (Тамбов, 2021); I Межрегиональной научно-практической конференции «Колокольцевские чтения» (Нижний Новгород, 2021).

### **Публикации по теме диссертации**

По материалам диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 1 в журнале, индексируемом в Scopus. Получен патент РФ на изобретение № 2754649 от 06.09.2021, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665600 от 29.09.2021 и свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» № 2022620384 от 28.02.2022.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертационная работа изложена на 136 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Работа иллюстрирована 48 рисунками, материал представлен 14 таблицами, 3 диаграммами. Список литературы включает в себя 106 отечественных и 100 зарубежных источников.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Первая** глава «**Обзор литературы**» представляет современное состояние проблемы лечения переломов шейки бедренной кости. Описаны эпидемиология и особенности переломов шейки бедра, виды лечения. В отдельных подглавах изложены преимущества и недостатки различных методик остеосинтеза, а также эндопротезирования. Проанализированы публикации, посвященные ведению послеоперационного периода, особенностям кровоснабжения и консолидации переломов шейки бедра. Показано понимание травматологами актуальности совершенствования как хирургических методик, так и подходов к послеоперационному ведению пациентов.

Во **второй** главе «**Материал и методы исследования**» представлена подробная характеристика материала и методов исследования. Анализировались данные медицинских карт и историй болезни. На первом этапе диссертационного исследования было проведено обследование 202 пациентов с переломами шейки бедра и оперативное лечение с применением различных металлоконструкций. По критериям включения и исключения для дальнейшего исследования отобрано 188

человек. Пациенты были разделены на две полностью сопоставимые по полу и возрасту пациентов группы по 94 человека в каждой, согласно разработанному дизайну исследования. В основную группу вошли 94 пациента, у которых после перенесенного оперативного вмешательства в восстановительном периоде применялся расчет безопасного диапазона нагрузки на конечность по предложенному нами способу. Группу сравнения составили 94 пациента, к которым данный способ не применялся, а дозирование нагрузки на оперированную конечность проводилось согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедренной кости. На втором этапе диссертационного исследования в основной группе у пациентов, перенесших оперативное вмешательство, был применен способ расчета безопасного диапазона нагрузки на оперированную конечность с помощью предложенной программы для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, регистрационный номер № 2021665600 от 29.09.2021). Интерфейс разработанной программы ЭВМ представлен на рисунке 1.

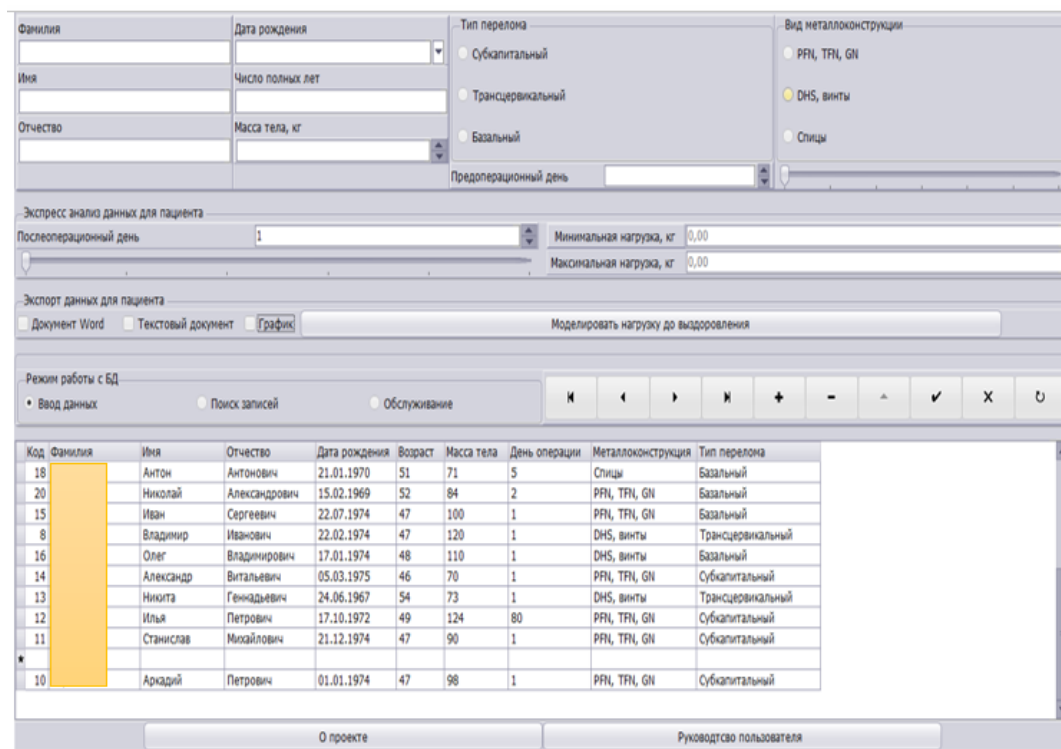


Рисунок 1 – Внешний вид основного окна программы расчета оптимального диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза



Результаты индивидуального для каждого пациента расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра предоставляются в виде таблицы с ежедневными значениями диапазона нагрузки (рисунок 2) и в графическом виде (рисунок 3)

День после операции	Минимальная нагрузка, кг	Максимальная нагрузка, кг
1	0,86	0,95
2	1,72	1,90
3	2,58	2,86
4	3,44	3,81
5	4,30	4,76
6	5,16	5,71
7	6,02	6,67
8	6,88	7,62
9	7,74	8,57
10	8,60	9,52
11	9,46	10,48
12	10,32	11,43
13	11,18	12,38
14	12,04	13,33
15	12,90	14,29
16	13,76	15,24
17	14,62	16,19
18	15,48	17,14
19	16,34	18,10
20	17,20	19,05
21	18,06	20,00
22	18,92	20,95

Рисунок 2 – Таблица расчета максимальной и минимальной нагрузки на конечность

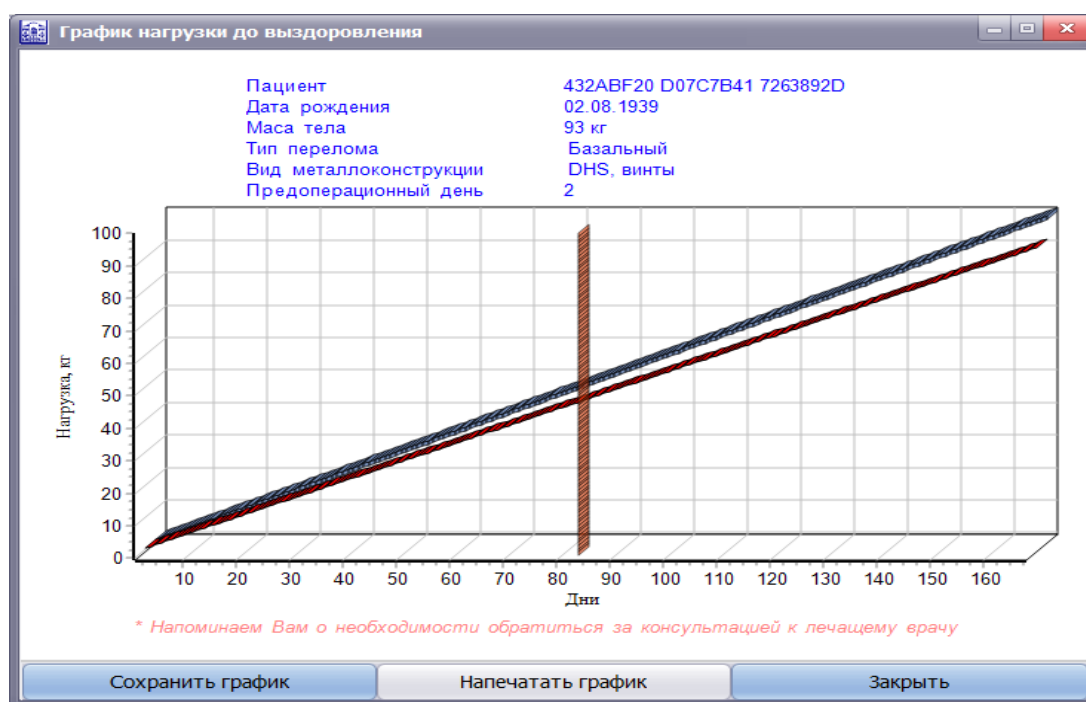


Рисунок 3 – График расчета максимальной и минимальной нагрузки на конечность

На третьем этапе диссертационной работы проводилась оценка результатов послеоперационного ведения, включающая регулярный осмотр пациентов и рентгенографию тазобедренного сустава, заполнение шкал опросника Харриса, сформирована база данных расчетов безопасного диапазона нагрузки на конечность у наблюдаемых пациентов (свидетельство о государственной регистрации базы данных «Остеосинтез шейки бедра» по заявке № 2022620384 от 28.02.2022). Интерфейс базы данных представлен на рисунке 4.

The screenshot shows a search window titled "Поиск записей" (Search records). It features several search criteria: "Возраст" (Age) with a dropdown menu and a numeric input field set to 40; "Металлоконструкция" (Metal structure) with a dropdown menu; "Тип перелома" (Fracture type) with a dropdown menu; and "Дата поступления" (Admission date) with two date input fields set to 01.12.2020 and 31.01.2022. There are also dropdown menus for "DHS, винты" (DHS, screws) and "Базальный" (Basal). Logical operators "or" and "and" are available between criteria. At the bottom, there are "Применить" (Apply) and "Сброс" (Reset) buttons.

Рисунок 4 – Интерфейс поискового окна базы данных «Остеосинтез шейки бедра»

**Третья** глава диссертации **«Результаты экспериментальных исследований»** посвящена собственным экспериментальным исследованиям характеристик фиксации перелома шейки бедра различными металлофиксаторами. Экспериментальные исследования проведены при поддержке Научно-исследовательского института «Нанотехнологии и наноматериалы» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина».

Для проведения испытаний нами разработан способ моделирования перелома шейки бедренной кости (патент на изобретение RU 2754649C1, заявка.

№ 2020141489, дата регистрации 06.09.2021 «Способ моделирования перелома проксимального отдела бедренной кости»), позволяющий воспроизводить «истинный» перелом шейки бедра различных видов. В основе разработанного нами способа моделирования перелома проксимального отдела бедра лежит надпиливание кортикального слоя экспериментального биоманекена бедренной кости человека отрезным диском и последующее применение одномоментной осевой нагрузки универсальной испытательной разрывной машины, установленной на режим сжатия (рисунок 5)

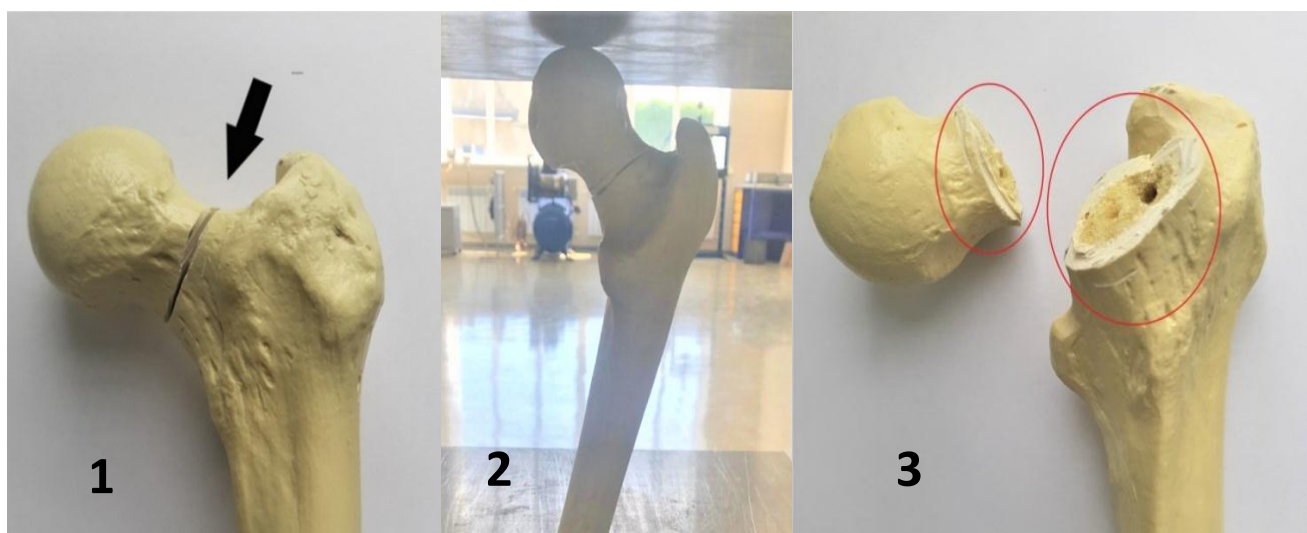


Рисунок 5 – Моделирование перелома шейки бедра, где 1 – формирование надпила кортикального слоя кости; 2 – установка модели бедренной кости в разрывной машине; 3 – формирование перелома шейки бедра под нагрузкой

Было проведено 36 моделирований переломов шейки бедра в заданном месте. Были смоделированы переломы следующих локализаций по классификации Каплана: субкапитальные, трансцервикальные, базальные. Остеосинтез перелома шейки бедра проводили шестью способами, в частности политензофасцикулярным остеосинтезом, остеосинтезом тремя винтами АО, остеосинтез системой динамического бедренного винта с деротационным винтом, системой телескопических винтов с угловой стабильностью, цефаломедулярными фиксаторами: гамма-гвоздь и проксимальный бедренный гвоздь. На рисунке 6 представлена модель бедренной кости в условиях остеосинтеза шейки системой телескопических винтов с угловой стабильностью.



Рисунок 6 – Модель перелома шейки бедра в условиях остеосинтеза телескопическими винтами с угловой стабильностью

После моделирования остеосинтеза провели нагрузочные тесты на универсальной испытательной машине и сравнительную оценку прочности фиксации различными конструкциями (рисунок 7)

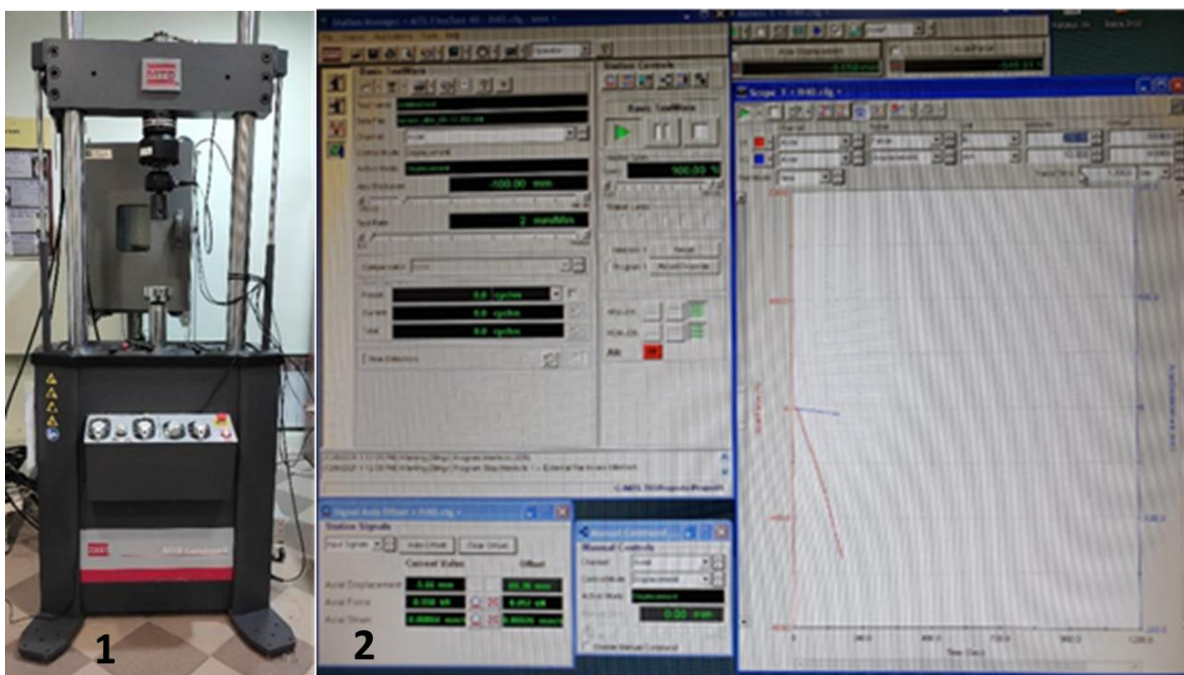


Рисунок 7 – Многофункциональная сервогидравлическая испытательная машина MTS 870 Landmark, где 1 – внешний вид; 2 – интерфейс окна вывода данных

Результаты нагрузочной пробы выводились на экран в графическом виде, что позволяло узнать точный момент повреждения модели и силу приложения для возникновения данного явления (рисунок 8)

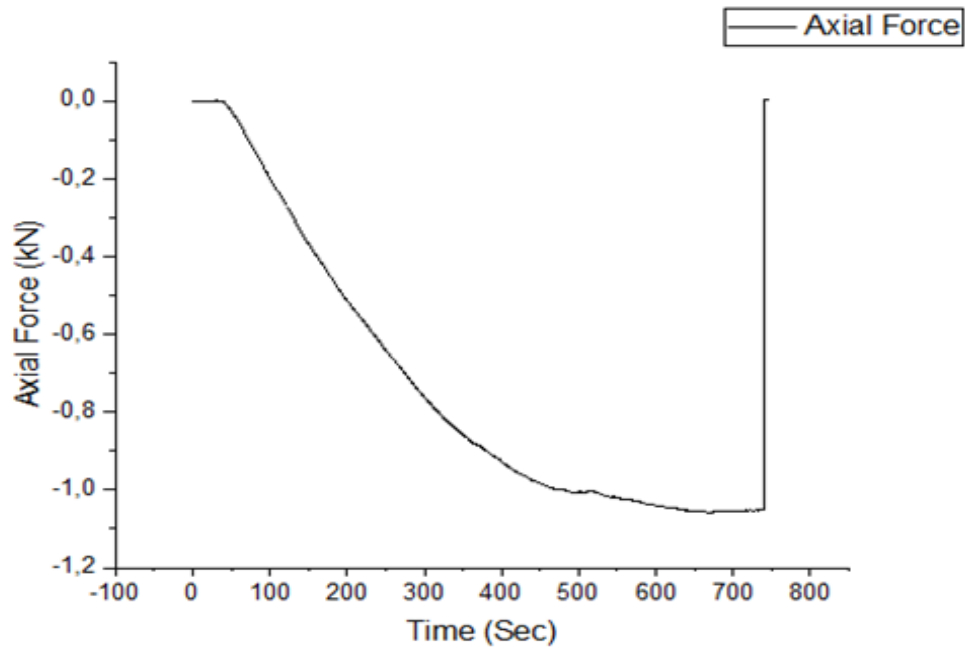


Рисунок 8 – Графическое изображение процесса нагружения модели бедренной кости в условиях моделирования перелома шейки бедра

После проведения оценки 36 нагружений моделей бедренной кости нами были получены следующие результаты (рисунок 9)

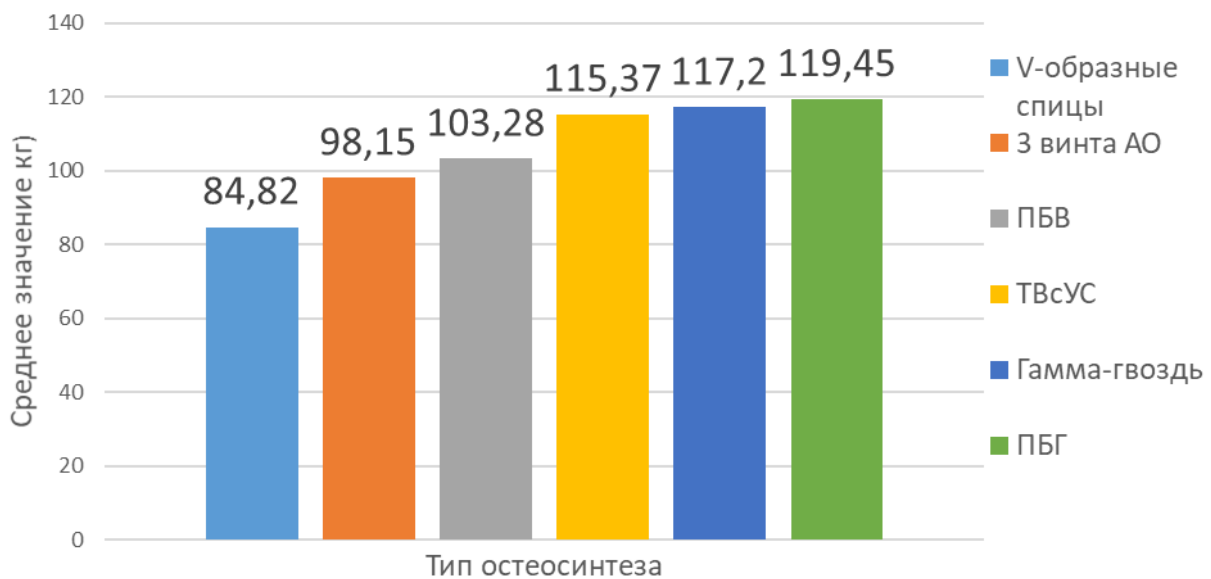


Рисунок 9 – Результаты моделирования нагрузок на моделях бедренной кости

При сравнении полученных значений видно, что предел прочности фиксации V-образными спицами меньше такового при фиксации тремя винтами АО на 13,3 кг, т. е. различия статистически значимы и составляют 15,7% ( $t = 5,18$ ,  $p = 0,0006$ ). Предел прочности конструкции с ДБВ был больше, чем при применении 3 винтов АО лишь на 5,1 кг (5,2%), различия статистически не значимы ( $t = 1,58$ ,  $p = 0,148$ ). Однако при сравнении значений прочности для модели с ДБВ и ТВсУС различия составили 12,9 кг (11,7%) и были статистически значимы ( $t = 3,64$ ,  $p < 0,005$ ). Значения предела прочности моделей с конструкциями ТВсУС и гамма-гвоздя различались лишь на 1,8 кг, а гамма-гвоздя и ПБГ – на 2,3 кг. Таким образом, статистически значимых различий в прочности моделей с тремя винтами АО и ДБВ, а также между ТВсУС, гамма-гвоздем и ПБГ отмечено не было. Из полученных данных можно сделать заключение, что прочность фиксации V-образными спицами была наименьшей среди других используемых видов остеосинтеза. Наоборот, наибольшую прочность фиксации показали конструкции телескопическими винтами с угловой стабильностью и цефаломедуллярные фиксаторы: гамма-гвоздь, проксимальный бедренный гвоздь, что объясняется конструктивными особенностями применяемых металлоконструкций. Данное обстоятельство позволяет сгруппировать вышеуказанные конструкции в 3 группы по признаку прочности фиксации. Полученные данные легли в основу алгоритма программы ЭВМ для расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза.

В четвертой главе «**Результаты собственных исследований**» проведен анализ результатов оперативного лечения и осложнений у пациентов исследуемых групп.

Средняя продолжительность стационарного лечения в основной группе была  $9,3 \pm 0,2$  суток, а в группе сравнения –  $9,5 \pm 0,2$  суток. При этом средняя общая продолжительность лечения составила  $165,3 \pm 1,04$  суток в основной группе и  $175,5 \pm 1,02$  суток в группе сравнения. Таким образом, общая продолжительность лечения в основной группе была меньше таковой в группе сравнения на  $10,2 \pm 0,02$  суток ( $f = 186$ ,  $t = 6,97$ ,  $p < 0,05$ ).

По окончании лечения 18 пациентов освидетельствованы на МСЭ: 10 пациентов получили 3 группу инвалидности, 8 – вторую. Изменение привычного уклада жизни отметили 81% пациентов обеих групп. В группе сравнения – 84%, в основной группе – 78%.

Функциональные результаты лечения больных после остеосинтеза перелома шейки бедра проводили с помощью анкетирования по опроснику шкалы Харрис (HHS), который состоит из четырех блоков, направленных на оценку болевого синдрома, функции, деформации конечности и объема движений, что оценивают физическое здоровье пациентов в целом. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки изменения функции тазобедренного сустава по шкале Харрис для основной группы и группы сравнения

Оценка	Основная группа (n = 94)	Группа сравнения (n = 94)
Отлично ( $\geq 90$ )	27 (28,72%)*	13 (13,83%)*
Хорошо (80–89)	34 (36,17%)	31 (32,98%)
Удовлетворительно (70–79)	22 (23,41%)	29 (30,85%)
Неудовлетворительно ( $< 70$ )	11 (11,7%)	21 (22,34%)

\* –  $p < 0,05$ .

Как видно из полученных данных, в основной группе наблюдалось больше на 14% отличных результатов лечения  $\chi^2 = 6,224$ ,  $p < 0,05$ . По показателям наступления хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного результата статистически значимых отличий в группах не наблюдалось. Увеличение количества отличных результатов в основной группе спустя 9 месяцев после операции можно объяснить расширением возможности для физического развития, самообслуживания и досуга. Однако ограничения,

вызванные травмой и операцией, не позволяют вести физическую активность в прежнем объеме, что находит отражение в показателях оценки лечения по шкале Харриса. Для людей различных социальных групп, возрастов, пола существует множество субъективных факторов, влияющих на качество жизни после операции. Так, передвижение на костылях создает неудобства как для молодых трудоспособных, так и маломобильных пожилых пациентов, причем последние зачастую хуже адаптируются к передвижению с помощью вспомогательных средств. Это же относится и к людям с разной конституцией, пациентам с ожирением труднее не только вставать и передвигаться с костылями, но и соблюдать режим дозирования нагрузок. Поэтому, исходя из наших наблюдений, наиболее выражено улучшается качество жизни пациентов при отмене использования вспомогательных средств передвижения и расширении двигательной активности. Однако у работающих пациентов, особенно занятых физическим трудом, восстановление активности затрудняется ввиду невозможности полноценно трудиться до окончания лечения, в то время как у маломобильных пациентов показатели физической активности могут восстанавливаться до дооперационного уровня раньше, чем полностью восстановится функция конечности и наступит выздоровление.

После анализа результатов контрольных рентгенограмм, выполненных согласно плану послеоперационного наблюдения за больными, было выявлено 6 больных (6,4%) с несращением перелома шейки бедренной кости в основной группе и 16 больных (17%) с несращением перелома шейки бедренной кости в группе сравнения ( $X^2 = 5,148$ ,  $p < 0,05$ ). При этом возрастной состав больных имел следующую структуру (рисунок 10)





Рисунок 10 – Возрастной состав больных с несращением перелома шейки бедра

Наибольший процент несращений наблюдается у больных старческого возраста и долгожителей. Это может быть обусловлено недостаточным кровоснабжением проксимального отдела бедра и наличием остеопороза. Также наибольший процент несращения перелома шейки бедра наблюдался среди больных с субкапитальным переломом (17,5%). В то же время несращение перелома шейки бедра наиболее часто встречается у больных обеих групп со следующими металлоконструкциями – V-образные спицы (17,6%), 3 винта АО (15,6%), ПБВ (13,2%).

В послеоперационном периоде нами были выявлены случаи миграции металлоконструкции у 19 человек (20,2%) в основной группе и у 31 человека (33%) в группе сравнения ( $X^2 = 3,923$ ,  $p < 0,05$ ), среди которых 4 (33%) долгожителя, 9 (24%) человек старческого возраста, 6 (18%) пожилых, 0 (0%) среднего и молодого возраста в основной группе, и 6 (50%) долгожителей, 14 (35%) человек старческого возраста, 9 (29%) пожилых, 2 (29%) среднего возраста и 0 (0%) молодого возраста в группе сравнения.

При наличии миграции не всегда происходила замедленная консолидация перелома, в последующем его несращение и превышение сроков лечения. Значительную роль здесь играет нерациональная и преждевременная нагрузка на

большую конечность в раннем и позднем послеоперационном периоде, где соответственно происходит миграция или перелом металлоконструкции. В связи с этим мы разграничивали клинически значимую миграцию, обусловленную нерациональной нагрузкой на конечность, и клинически незначимую миграцию металлоконструкции, обусловленную консолидацией перелома. Клинически значимая миграция в основной группе была выявлена у 7 человек (7,4%) и у 21 человека (22,3%) в группе сравнения ( $X^2 = 4,565$ ,  $p < 0,05$ ). По типу металлофиксатора миграция V-образных спиц случилась у 3 пациентов, миграция трех винтов АО у 3 пациентов, миграция ПБГ у 1 пациента основной группы. В группе сравнения миграция V-образных спиц наблюдалась у 4 пациентов, трех винтов АО у 12 пациентов, ДБВ у 4 пациентов, миграция шейного винта гамма-гвоздя у 1 пациента. В ранние сроки миграция происходит на фоне недостаточной консолидации перелома, что в большей степени провоцирует вторичное смещение отломков и перелом составных частей металлоконструкции. В более поздние сроки, когда формирующаяся костная мозоль предотвращает вторичное смещение отломков, миграция металлоконструкции становится менее значима в клиническом плане (рисунок 11).

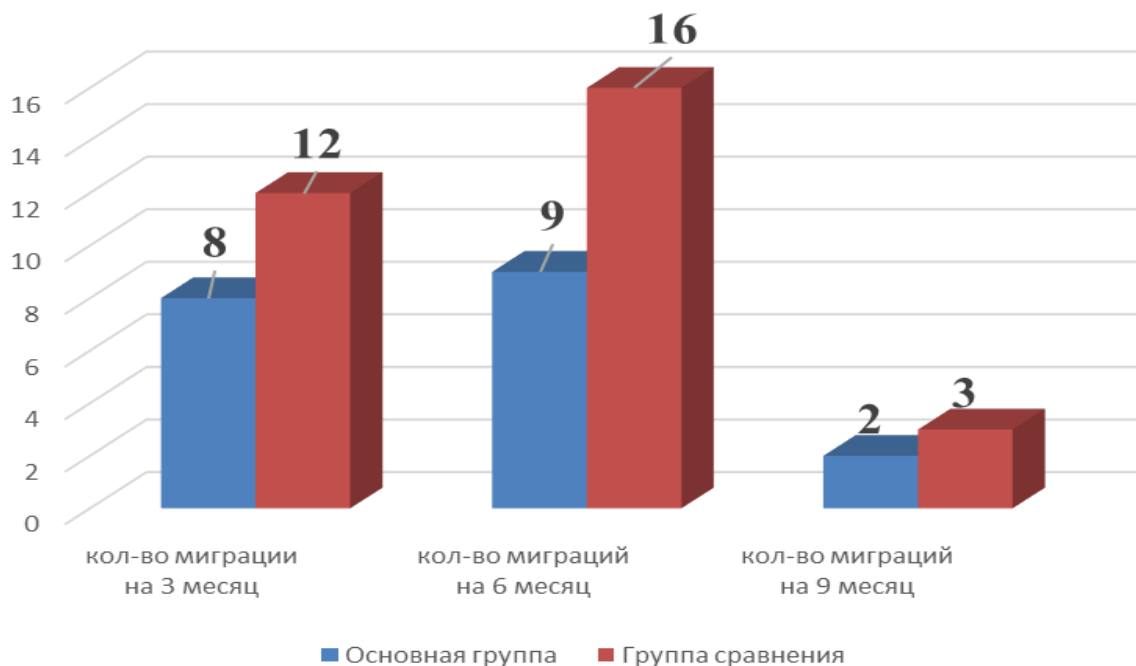


Рисунок 11 – Сравнительная оценка миграции металлоконструкции в исследуемых группах на 3, 6 и 9 месяцы после операции

В целом можно говорить о снижении количества таких осложнений в основной группе, как миграция металлоконструкции на 12,8%, в том числе клинически значимая миграция на 14,9% и несращение перелома на 10,6%.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Одной из основных проблем, с которыми сталкивается пациент с переломом шейки бедренной кости в послеоперационном периоде, является проблема дозирования нагрузки на конечность и регуляции двигательного режима. Часть пациентов опасается негативных последствий нагрузки из-за ранней активизации, что ведет к ее замедлению, ограничению движений в суставах, ограничивает привычный круг дел пациента и в конечном итоге влияет на результаты лечения. Часть пациентов наоборот склонна к превышению нагрузок на конечность, что нередко приводит к осложнениям со стороны металлоконструкции, вплоть до ее миграции и перелому, а также нарушению консолидации перелома и смещению отломков. Поэтому четкие указания лечащего врача относительно допустимой нагрузки на конечность, основанные на объективном расчете, позволяют пациенту не только обезопасить себя от ошибок, но и имеют психологическую составляющую, проявляющуюся в большей уверенности в своих действиях и более интенсивной активизации пациента. По результатам проведенного наблюдения пациенты основной группы лучше адаптировались к установленной металлоконструкции за период наступления консолидации. Наблюдалось достоверное снижение количества таких осложнений в основной группе, как миграция металлоконструкции и несращение перелома. Также у пациентов основной группы улучшены функциональные результаты лечения. Все вышеизложенное показывает целесообразность применения численного расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность в послеоперационном периоде у пациентов с переломами шейки бедренной кости, основанного на объективных критериях и индивидуального для каждого пациента.

## **ВЫВОДЫ**

1. Величина безопасной нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра может изменяться в зависимости от типа перелома, возраста пациента, времени, прошедшего с момента операции и прочностных характеристик остеосинтеза.

2. Степень прочности фиксации перелома шейки бедренной кости зависит от вида применяемой металлоконструкции, наименьшую прочность фиксации создает остеосинтез спицами, наибольшую – конструкции телескопических винтов с угловой стабильностью и цефаломедуллярные фиксаторы.

3. Предложенный способ расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволяет определить интервал безопасной нагрузки на конечность в интересующий период послеоперационного лечения и проводить его корректировку в динамике.

4. Внедрение в практику автоматизированного расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра с помощью программы ЭВМ позволяет составить индивидуальный план нагрузок в послеоперационном периоде с ежедневным указанием расчетных величин с точностью до 0,01 кг.

5. Применение индивидуального расчета безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра позволило снизить частоту несращений перелома на 10,6%, клинически значимой миграции металлоконструкции – на 14,9% и улучшить функциональные результаты лечения.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Для определения безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра рекомендовано учитывать возраст пациента, вид перелома и металлоконструкции для остеосинтеза, предоперационный и послеоперационный день.

2. С целью улучшения результатов лечения и профилактики осложнений, связанных с нерациональной нагрузкой на конечность после остеосинтеза шейки

бедр, рекомендуется применять для всех пациентов расчет безопасного диапазона нагрузки с его возможной коррекцией в послеоперационном периоде.

3. После проведения остеосинтеза перелома шейки бедра целесообразно применять автоматизированный расчет безопасного диапазона нагрузки на конечность после остеосинтеза шейки бедра с помощью программы ЭВМ для составления индивидуальной программы нагрузок в послеоперационном периоде с указанием его ежедневных границ.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Мордовин, С.А. Отдаленные последствия травмы и оперативного вмешательства при переломах проксимального отдела бедренной кости / М.В. Македонская, Д.П. Семикин, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин // Медицина и физическая культура: наука и практика. – 2020. – Т. 2, № 4 (8). – С. 7-13.

2. Мордовин, С.А. Способ моделирования перелома проксимального отдела бедренной кости / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, Н.В. Емельянова, Э.А. Грезнев, Р.С. Маняхин, Е.А. Колобова, А.А. Аршинов. **Патент на изобретение № 2754649 от 06.09.2021. Заявка № 2020141489 от 15.12.2020.**

3. Мордовин, С.А. Взаимосвязь сроков сращения переломов шейки бедренной кости и минеральной плотности костной ткани / С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин // Медицина и физическая культура: наука и практика. – 2021. – Т. 3, № 2(10). – С. 17-22.

4. Мордовин, С.А. Анатомические особенности кровоснабжения шейки бедренной кости (обзор литературы) / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, Е.А. Колобова, Э.А. Грезнев, Р.С. Маняхин // **Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.** – 2021. – № 2 (50). – С. 11-17.

5. Мордовин, С.А. Вспомогательные методы лечения в восстановительном периоде больных, перенесших оперативное лечение переломов шейки бедра (обзор литературы) / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов,

С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, Е.А. Колобова, Э.А. Грезнев, Р.С. Маняхин // **Вестник восстановительной медицины**. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 76-83.

6. Мордовин, С.А. Опыт оперативного лечения пациента с переломом обеих шеек бедренных костей на фоне выраженного остеопороза / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, Е.А. Колобова, Н.И. Воронин // **Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова**. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 83-88.

7. Мордовин, С.А. Программа для определения оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность после остеосинтеза шейки бедренной кости / О.Н. Ямщиков, Д.В. Лопатин, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, П.М. Тепляков, Е.А. Шагина. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665600**, 29.09.2021. Заявка № 2021665021 от 29.09.2021.

8. Мордовин, С.А. Остеосинтез шейки бедра / О.Н. Ямщиков, Д.В. Лопатин, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, П.М. Тепляков, Е.А. Шагина, И.А. Левин. **Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620384**, 28.02.2022. Заявка № 2022620216 от 14.02.2022.

## **ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ**

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ППОБК – Перелом проксимального отдела бедренной кости

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина

АО – Ассоциация остеосинтеза

ДБВ – Динамический бедренный винт

ТВсУС – Телескопические винты с угловой стабильностью

ПБГ – Проксимальный бедренный гвоздь

ННС – Шкала Харрис (Harris Hip Score)