



**New Day in Medicine**  
**Новый День в Медицине**

**NDM**



# TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



**AVICENNA-MED.UZ**



ISSN 2181-712X.  
EiSSN 2181-2187

**5 (79) 2025**

**Сопредседатели редакционной  
коллегии:**

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,  
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:

М.И. АБДУЛЛАЕВ  
А.А. АБДУМАЖИДОВ  
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ  
Л.М. АБДУЛЛАЕВА  
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ  
М.А. АБДУЛЛАЕВА  
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ  
Б.З. АБДУСАМАТОВ  
М.М. АКБАРОВ  
Х.А. АКИЛОВ  
М.М. АЛИЕВ  
С.Ж. АМИНОВ  
Ш.Э. АМОНОВ  
Ш.М. АХМЕДОВ  
Ю.М. АХМЕДОВ  
С.М. АХМЕДОВА  
Т.А. АСКАРОВ  
М.А. АРТИКОВА  
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)  
Е.А. БЕРДИЕВ  
Б.Т. БУЗРУКОВ  
Р.К. ДАДАБАЕВА  
М.Н. ДАМИНОВА  
К.А. ДЕХКОНОВ  
Э.С. ДЖУМАБАЕВ  
А.А. ДЖАЛИЛОВ  
Н.Н. ЗОЛотова  
А.Ш. ИНОЯТОВ  
С. ИНДАМИНОВ  
А.И. ИСКАНДАРОВА  
А.С. ИЛЬЯСОВ  
Э.Э. КОБИЛОВ  
А.М. МАННАНОВ  
Д.М. МУСАЕВА  
Т.С. МУСАЕВ  
М.Р. МИРЗОЕВА  
Ф.Г. НАЗИРОВ  
Н.А. НУРАЛИЕВА  
Ф.С. ОРИПОВ  
Б.Т. РАХИМОВ  
Х.А. РАСУЛОВ  
Ш.И. РУЗИЕВ  
С.А. РУЗИБОЕВ  
С.А.ГАФФОРОВ  
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)  
Ж.Б. САТТАРОВ  
Б.Б. САФОЕВ (отв. редактор)  
И.А. САТИВАЛДИЕВА  
Ш.Т. САЛИМОВ  
Д.И. ТУКСАНОВА  
М.М. ТАДЖИЕВ  
А.Ж. ХАМРАЕВ  
Д.А. ХАСАНОВА  
Б.З. ХАМДАМОВ  
А.М. ШАМСИЕВ  
А.К. ШАДМАНОВ  
Н.Ж. ЭРМАТОВ  
Б.Б. ЕРГАШЕВ  
Н.Ш. ЕРГАШЕВ  
И.Р. ЮЛДАШЕВ  
Д.Х. ЮЛДАШЕВА  
А.С. ЮСУПОВ  
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ  
М.Ш. ХАКИМОВ  
Д.О. ИВАНОВ (Россия)  
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)  
DONG JINCHENG (Китай)  
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)  
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)  
В.А. МИТИШ (Россия)  
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)  
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)  
А.А. ПОТАПОВ (Россия)  
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)  
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)  
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)  
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)  
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV(Azerbaijan)  
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

**ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН  
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ  
NEW DAY IN MEDICINE**

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал  
Научно-реферативный,  
духовно-просветительский журнал*

**УЧРЕДИТЕЛИ:**

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ  
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский  
исследовательский центр хирургии имени  
А.В. Вишневского является генеральным  
научно-практическим  
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных  
изданий, рецензируемых Высшей  
Аттестационной Комиссией  
Республики Узбекистан  
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)  
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)  
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)  
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)  
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)  
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)  
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)  
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)  
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)  
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)  
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

**5 (79)**

**2025**

*май*

www.bsmi.uz

https://newdaymedicine.com E:

ndmuz@mail.ru

Тел: +99890 8061882

Received: 20.04.2025, Accepted: 06.05.2025, Published: 10.05.2025

УДК 616.728.4 - 001.5 - 089.227.84:612.769

## БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СИСТЕМЫ СПИЦЕ-СТЕРЖНЕВОГО АППАРАТА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЖИМАЮЩИХ НАГРУЖЕНИЯХ

Золотова Наталья Николаевна <https://orcid.org/0000-0002-1076-9476>

Ташкентский педиатрический медицинский институт, 100140, Узбекистан Ташкент, ул. Богишамол, 223, тел: 8 71 260 36 58 E.mail: [interdep@tashpmi.uz](mailto:interdep@tashpmi.uz)

### ✓ Резюме

**Цель исследования.** Определение устойчивости спице-стержневого аппарата внешней фиксации при нестабильных переломах костей голени у детей при различных сжимающих нагрузениях.

**Материал и методы исследования.** Определение устойчивой работы при фиксации мест переломов и уязвимых мест системы проведены биомеханические испытания «спице – стержневого аппарата внешней фиксации» в лаборатории «Динамика пространственных систем» института механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз.

**Результаты исследования.** При нагрузке  $P=17$  кгс (167 Н), происходило соприкосновение частей кости. Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к увеличению напряжения в точке соприкосновения, которое возрастает до значения нагрузки  $P=31$  кгс (304 Н), а затем происходит скольжение частей кости в месте имитируемого перелома. Показаниями для применения нашего устройства являлись косые, винтообразные и оскольчатые диафизарные переломы обеих костей голени на уровне средней трети.

**Ключевые слова:** дети, травма, кости голени, биомеханика, лечение.

## TURLI XIL SIQISH YUKLARI BILAN PASTKI OYOQ SUYAKLARINI TASHQI MAHKAMLASH UCHUN SPIKER-NOVDA APPARATI TIZIMINING BIOMEKANIK SINIVI

Zolotova Natalya Nikolayevna <https://orcid.org/0000-0002-1076-9476>

Toshkent pediatriya tibbiyot instituti, O'zbekiston 100140, Toshkent, Bog'ishamol ko'chasi 223, tel: 8 71 260 36 58 E.mail: [interdep@tashpmi.uz](mailto:interdep@tashpmi.uz)

### ✓ Rezyume

**Maqsadi.** Bolalarda turli xil siqish yuklari bilan pastki oyoq suyaklarining beqaror sinishlarida tashqi fiksatsiya spiker apparati barqarorligini aniqlash.

**Materiall va usullar.** Tizimning singan joylari va zaif joylarini tuzatishda barqaror ishlashni aniqlash "tashqi fiksatsiya spiker – tayoq apparati" ning biomexanik sinovlari uning nomidagi mexanika va inshootlarning seysmik chidamliligi institutining "mekansal tizimlar dinamikasi" laboratoriyasida o'tkazildi. O'zbekiston Respublikasi fanlar akademiyasi.

**Tadqiqot natijalari.**  $P=17$  KGF (167 N), yuklanganda suyak qismlari aloqa qildi. Yukning yanada oshishi aloqa nuqtasida kuchlanishning oshishiga olib keladi, bu yukning  $P=31$  кгс (304 Н), qiymatiga ko'tariladi va keyin suyak qismlari simulyatsiya qilingan sinish joyida siljiydi. Bizning qurilmamizdan foydalanish ko'rsatkichlari o'rta uchdan bir qismida ikkala pastki oyoq suyaklarining qiyshiq, vintga o'xshash va bo'lakli diafiz sinishi edi.

**Kalit so'zlar:** bolalar, travma, pastki oyoq suyaklari, biomexanika, davolash.

## BIOMECHANICAL TESTING OF THE SPOKE-ROD SYSTEM FOR EXTERNAL FIXATION OF SHIN BONES UNDER VARIOUS COMPRESSIVE LOADS

Zolotova Natalia Nikolaevna <https://orcid.org/0000-0002-1076-9476>

Tashkent Pediatric Medical Institute, Uzbekistan 100140, Tashkent, 223 Bogishamol St, tel: 8 71 260 36 58 E.mail: [interdep@tashpmi.uz](mailto:interdep@tashpmi.uz)

✓ **Resume**

**Objective.** Determination of the stability of the spoke-rod external fixation apparatus in unstable fractures of the shin bones in children under various compressive loads.

**Material and methods.** Determination of stable operation during fixation of fracture sites and vulnerable points of the system, biomechanical tests of the "spoke-rod external fixation device" were carried out in the laboratory "Dynamics of Spatial Systems" of the Urazbaev Institute of Mechanics and Seismic Resistance of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

**Conclusions.** At a load of  $P=17$  kgf (167 N), the bone parts came into contact. A further increase in the load leads to an increase in stress at the point of contact, which increases to a load value of  $P = 31$  kgf (304 N), and then the parts of the bone slide at the site of the simulated fracture. Indications for the use of our device were oblique, helical and comminuted diaphyseal fractures of both shin bones at the level of the middle third.

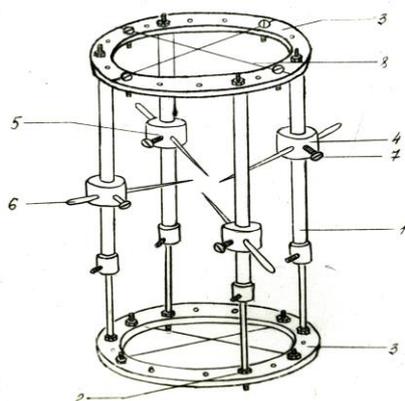
**Keywords:** children, injury, shin bones, biomechanics, treatment.

### Актуальность

При переломах костей голени у детей, особенно при сочетанных повреждениях, часто применяются аппараты внешней фиксации [3,4]. С учетом детского возраста, предъявляются особые требования к их использованию, в частности, уменьшению веса аппарата и быстротой его сборки. Поэтому возникает необходимость экспериментального определения устойчивой фиксации области перелома. [2,5] Данная задача решается биомеханическим испытанием системы «фиксатор-кость» [1].

### Цель лабораторных испытаний.

Определение устойчивости спице-стержневого аппарата внешней фиксации при нестабильных переломах костей голени у детей при различных сжимающих нагрузениях. Учитывая, что данные виды переломов склонны к вторичным смещениями, наиболее приемлемым при лечении является спице-стержневой аппарат нашей конструкции (Патент на изобретение № 3718 от 12.07.1996 г.). Устройство состоит из 4-х телескопических штанг со стержнями (1), фиксируемые при помощи гаек (2) к двухкольцевому аппарату Илизарова (3). На телескопических штангах имеются муфты (4). В муфтах есть два отверстия (5) – первое предназначено для репонирующего гвоздя (6), второе – для фиксирующего шурупа (7). Детали устройства изготовлены из нержавеющей стали 20х13, 30х13, по ГОСТ 5632–72, алюминиевого сплава Д 16Т ГОСТ 4784 – 74, имеющие медицинское предназначение (рис. 1.).



**Рис.1.** Схема устройства для репозиции и фиксации костных отломков у детей (Патент на изобретение № 3718 от 12.07.1996 г.).

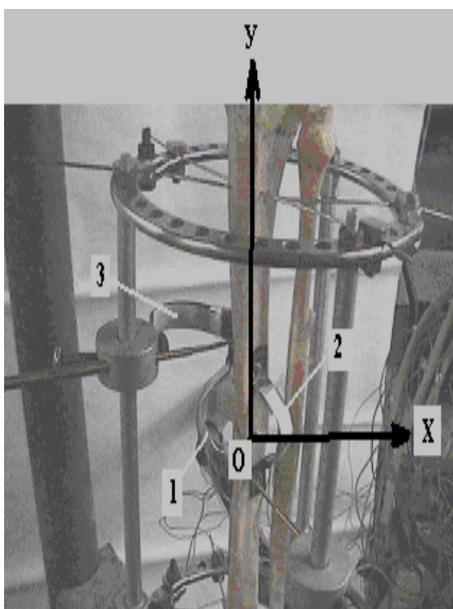
### Материал и методы исследования.

Для определения устойчивой работы при фиксации мест переломов и уязвимых мест системы проведены биомеханические испытания «спице – стержневого аппарата внешней фиксации» в лаборатории «Динамика пространственных систем» института механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз. При проведении лабораторных исследований

использована методика измерений микроперемещений частей фиксатора и кости, основанная на методе тензометрии при различных значениях статических нагрузок. Эксперименты проведены при действии сжимающих нагрузок различной интенсивности. При проведении биомеханических испытаний по определению напряженного состояния системы «фиксатор-кость» при различных сжимающих нагружениях, была разработана специальная методика измерений и изготовлены специальные датчики на основе тензорезисторов, регистрирующих перемещение частей кости в месте перелома относительно друг друга под действием нагрузок, которым подвергается система. Разработанная методика измерений позволяет определить значение нагрузки, при которой система работает в упругом режиме на момент соприкосновения частей кости, а также момент начала проскальзывания частей кости относительно друг друга. Совокупное изучение всех процессов позволило определить целесообразность применения фиксаторов.

### Результаты и обсуждение

Биомеханические исследования позволяют определить целесообразность конструкции в системе «фиксатор-кость» при лечении переломов костей голени. При проведении методики, использован пресс марки УИМ-50, оснащенной измерительной системой по определению нагрузки и перемещения частей относительно друг друга (рис.2).

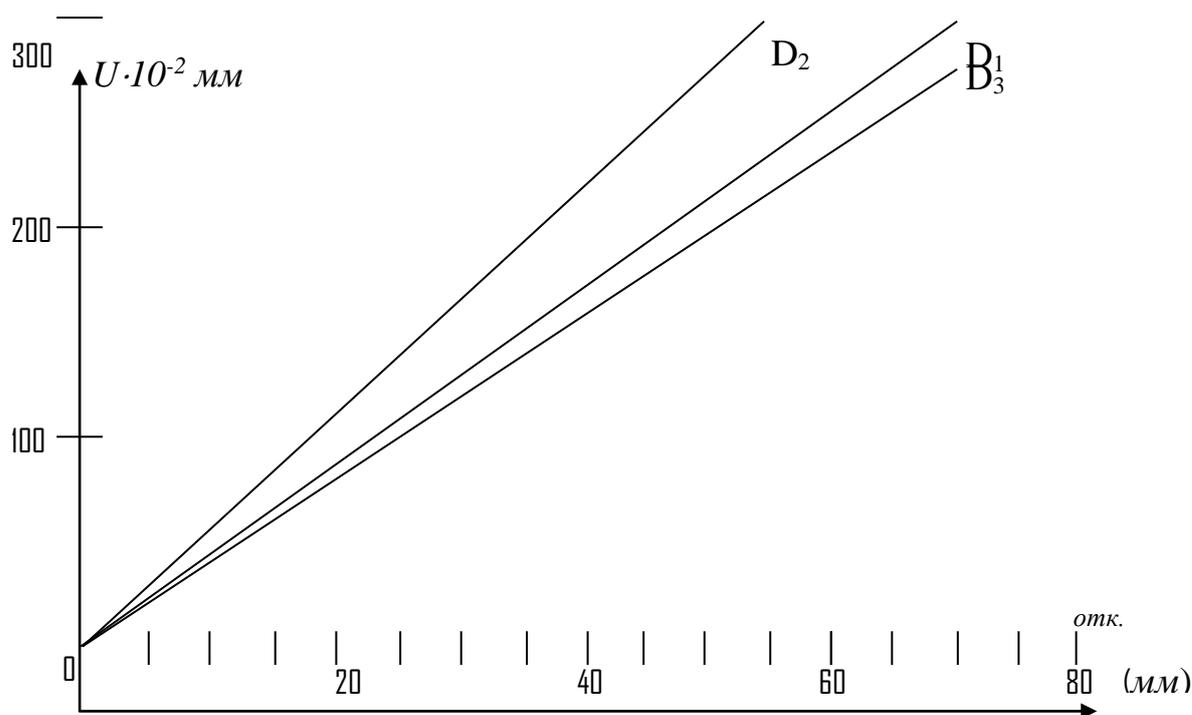


**Рис. 2. Общий вид системы «фиксатор-кость»:  
1 и 2 – датчики перемещения по направлению ОУ;  
3 – датчик перемещения по направлению ОХ.**

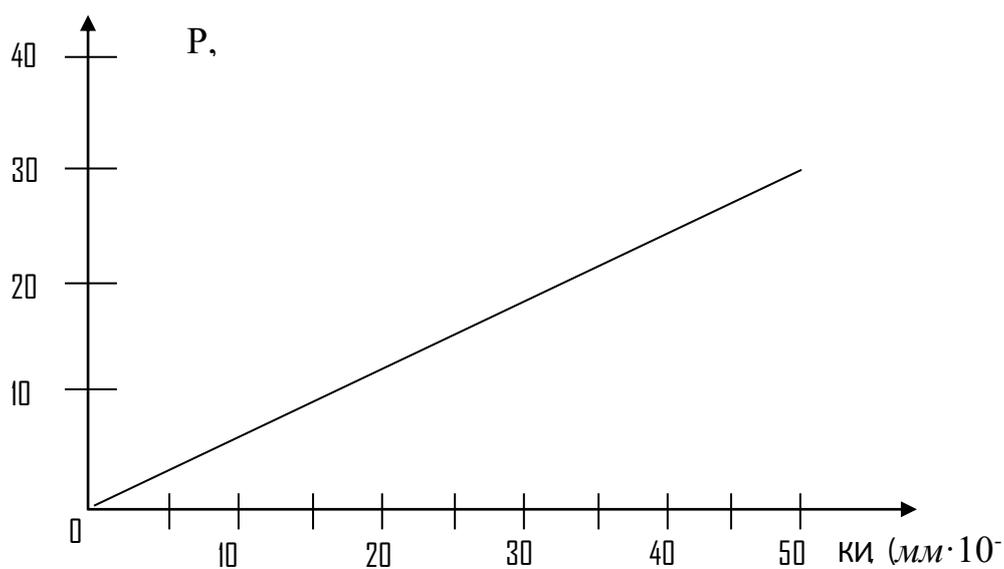
Размеры каждого датчика перемещения подбирались индивидуально, учитывая характеристики регистрируемых параметров и их места установки. Также одним из основных требований при установке на исследуемый объект датчиков было то, что эти датчики должны работать при нагружениях системы «фиксатор-кость» в упругой области и в измеряемом диапазоне без оказания дополнительной силовой реакции на объект. Разработанные специальные тензометрические датчики при проведении экспериментальных исследований состоят из упругой стальной пружины толщиной  $\delta = 0,02$  мм, ширина пластины  $a = 8,0$  мм. Длина пружины подбирается для каждого датчика индивидуально. Для изготовления датчика сначала поверхность пластин шлифовалась до нулевой шероховатости и обезжиривалась ацетоном. Затем тензорезисторы наклеивались специальным клеем марки БФ-2 с обеих сторон, которое позволяет при сборке по полумостовой схеме увеличивать чувствительность датчиков в два раза. При изготовлении датчиков использованы тензорезисторы марки 2ПКБ-20-200Б с рабочей базой 20 мм и сопротивлением  $R=200$  Ом. До установки датчиков на исследуемый объект, производили индивидуальную тарировку каждого датчика. Для проведения тарировки и установки датчиков на исследуемый объект на пластинах по краям на расстоянии 5 мм от края проделаны отверстия диаметром  $d = 3.0$  мм, для закрепления при

помощи винтов. Тарировка датчиков проводилась на специальной установке при помощи индикатора часового типа марки ИЧ10МН с ценой деления 0,01 мм, классом точности 1.

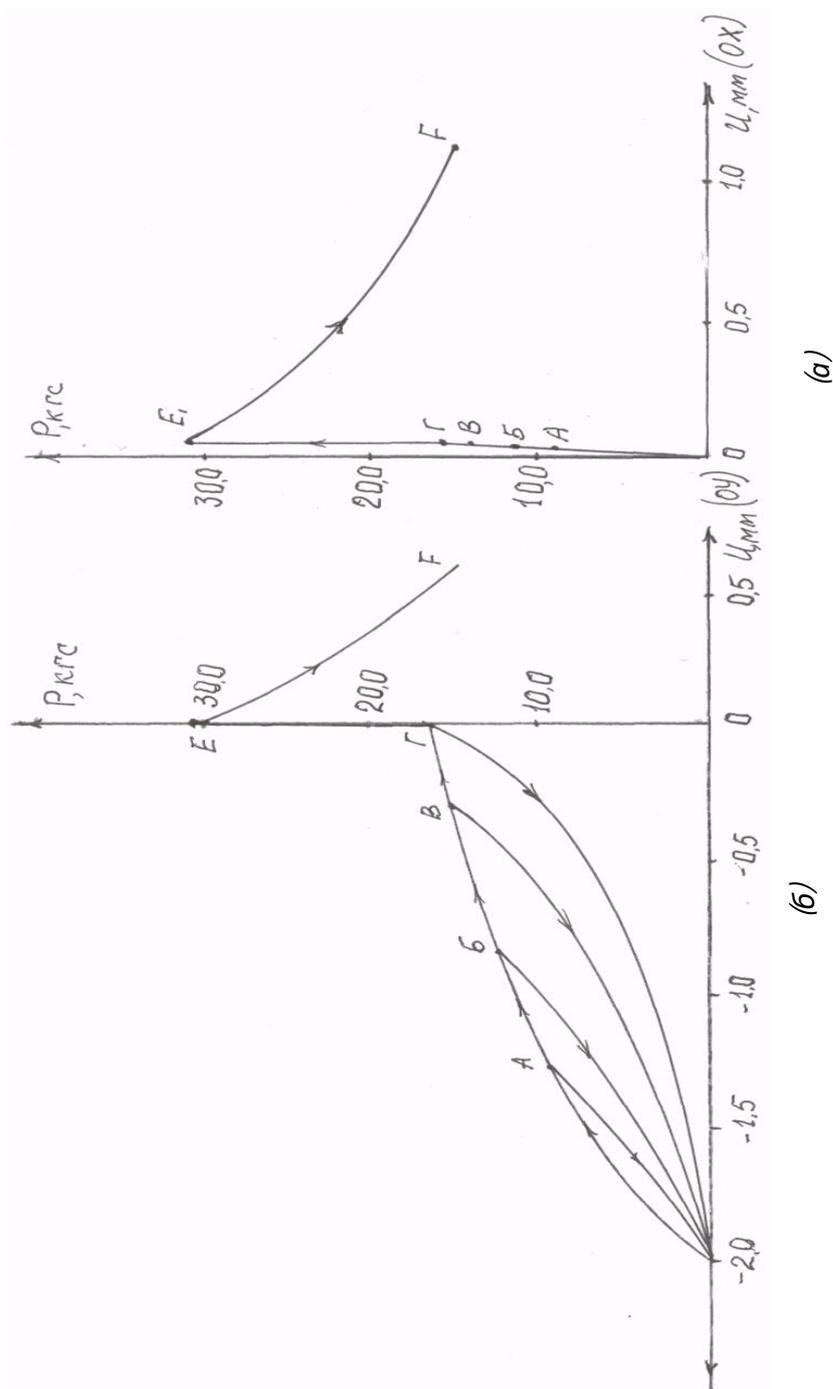
Прилагаемая нагрузка на исследуемую систему определяется по показаниям счетчика прессы и по показаниям индикатора динамометра ДОСМ-0.2-10. Постепенно увеличивая нагрузку на систему «фиксатор-кость», регистрировали изменения в элементах системы с помощью осциллографа Н-041. Для повышения точности и достоверности измерений каждая серия опытов повторяется по три раза в упругой зоне работы системы, а в конце серии нагрузка доводится до критического значения. В начале испытания системы проводилось при действии статической сжимающей нагрузки по продольной оси кости (ось ОУ), т.е. исследовалось осевое сжатие системы. По результатам обработки испытаний системы «фиксатор-кость» построены графики, которые приведены на (рис. 3а,б,в.).



**Рис. 3 а. Тарировочные графики датчиков перемещений**



**Рис. 3 б. Тарировочная кривая**



**Рис.3в. Изменение перемещения частей системы от приложенной нагрузки:**  
 $a$  – по оси OX;  $b$  – по ОСИ OY.

При нагрузке  $P=17$  кгс (167 Н), происходило соприкосновение частей кости. Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к увеличению напряжения в точке соприкосновения, которое возрастает до значения нагрузки  $P=31$  кгс (304 Н), а затем происходит скольжение частей кости на месте имитируемого перелома. В результате чего расхождение частей кости в обратном направлении достигает значения по оси OY  $u_1 = 0,6$  мм; по оси OX  $u_2 = 1,1$  мм; при этом значение нагрузки уменьшается до  $P= 17$  кгс.

### Заключение

Учитывая эти результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Разработана методика измерений одновременно в двух плоскостях микроперемещений частей системы «фиксатор-кость» при статических нагружениях.

2. Выявлен предел упругой области работы стержневого аппарата внешней фиксации ( $P_{\text{упр}}=17$  кгс).

3. Определено значение критической нагрузки, при которой начинается процесс проскальзывания частей кости относительно друг друга ( $P=31$  кгс).

Биомеханически обоснованная конструкция спице – стержневого аппарата внешней фиксации, позволяет обеспечивать равномерное распределение нагрузки и прочность фиксации системы «фиксатор-кость».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Боймуродов Г.А. Экспериментальные исследования компрессионно-дистракционного аппарата для лечения переломов костей при действии нагрузок различной интенсивности. // Медицинские новости. - Беларусь. 2019;10:63-65.
2. Бушманов А.В., Соловцова Л.А. Исследование жесткости аппарата Илизарова // Российский журнал биомеханики. 2008;12(3):97-102.
3. Золотова Н.Н. Прогнозирование исходов лечения диафизарных переломов костей голени у детей. // Журнал Молодой ученый. Казань – 2016 март; 6(110):282-283.
4. Золотова Н.Н. Результаты лечения больных с сочетанными повреждениями. // Eurasian journal of Academic research. 2024 February; 4(2/1):11-15.
5. Watson M., Mathias K.J., Maffulli N., Hukins D.W., Shepherd D.E. Finite element modelling of the Ilizarov external fixation system // Proc. Inst. Mech. Eng. H. J. Eng. Med. 2007;221(8):863-872.

**Поступила 20.04.2025**