



CENTRAL ASIAN MEDICAL UNIVERSITY “SIMULYATSIYA MARKAZI”



Central Asian Medical University
SIMULYATSIYA MARKAZI

YURAK-QON TOMIR JARROHLIGI BO'YICHA SIMULYATSIYA KABINETI

bilan ishlash yo`riqnomasi

Farg`ona-2026



MUNDARIJA

Yurak-qon tomir jarrohligi bo'yicha simulyatsiya kabineti.....	3
Simulation Room for Cardiovascular Surgery	9
Симуляционный кабинет по сердечно-сосудистой хирургии	15



Yurak-qon tomir jarrohligi bo'yicha simulyatsiya kabinetini

Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) yurak-qon tomir jarrohligi simulyatori - Rossiya Sog'liqni saqlash vazirligining A.N. Bakulev nomidagi yurak-qon tomir jarrohligi milliy tibbiyot tadqiqot markazi tomonidan ishlab chiqilgan ixtisoslashtirilgan trenajyor (Sun'iy qon aylanishi sharoitida ochiq yurakka operatsiyalar o'tkazishning bazaviy texnik ko'nikmalarini ishlab chiqish uchun.

Simulyator 2019-2023 yillarda Rossiyaning original ishlanmasi sifatida yaratilgan (komponentlarning 70 foizi - 3D-bosib chiqarish, kompyuter modellashtirish va elektronikadan foydalangan holda yaratilgan). Ordinadorlar, jarrohlr, perfuziologlar va anesteziologlarni o'qitish, shuningdek, akkreditatsiya va malaka oshirish uchun faol qo'llanilmoqda.

Yurak-qon tomir jarrohligi bo'yicha simulyatsiya kabinetining maqsadlari:

Asosiy funksiyalari va imkoniyatlari

- Jismoniy model:

Ko'krak qafasi sohasida venoz va arterial segment tomirlariga kirish imkoniyati bo'lgan katta yoshli bemorning boshi va tanasi. Tomirlar imitatsiyasining olinadigan moduli (yuqori va pastki bo'sh venalar, aorta, o'pka stvoli va o'pka venalari). Kanyulyatsiya uchun realistik anatomik belgilar.

- IKni kanyulyatsiya qilish va ulash:

Aorta va venalar kanyulyatsiyasini (J-tip wire-reinforced venoz va aortal kanyulalar) ishlab chiqish, sun'iy qon aylanish apparatini ulash, antegrad kardioplegiyasini bajarish (miokardni himoya qilish), keyinchalik IKdan uzib qo'yish.

- Dasturiy ta'minot:

Teacher Cardio (instruktur bo'limi) + karnay yonidagi monitorga taqlid qilish. Stsenariylarni ishga tushirish, bemor parametrlarini nazorat qilish (AD, TCH, to'yinganlik, harorat, qon gazlari va boshqalar), harakatlarga bo'lgan reaksiyalarni simulyatsiya qilish (gemodinamikaning o'zgarishi, asoratlar).

- Qo'shimcha elementlar:

- Anesteziya ekrani

- Qoratosh ekokardiografiyasi (TEE) tasvirlarini namoyish qilish uchun monitor



- Jarrohlik asboblari (qon tomir qisqichlari, qisqichlar, chap yurak uchun kateter)

- Bosh qiyaligini tartibga soluvchi stol
- Jarrohlik choyshablari va sarflagichlar

O'qitishning maqsad va vazifalari

- IKni ulash/uzib qo'yishda harakatlar ketma-ketligini ishlab chiqish
- Yirik idishlarni kanulyatsiya qilish ko'nikmalari
- Perfuziya va miokardni himoya qilish parametrlarini nazorat qilish
- Jamoaviy ish (jarroh + perfuziolog + anesteziolog)
- Asoratlarga javob berish (gipotenziya, aritmiya, qon ketish, gipotermiya)

Afzalliklari

- Taktik tuyg'ular va anatomiyaning yuqori realligi
- Xavfsizlik (haqiqiy bemor, radiatsiya, sarflash materiallari yo'q)

Yurak-qon tomir jarrohligi bo'yicha simulyatsiya kabineti 1 ta zonadan iborat:

Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) simulyatori ochiq yurak operatsiyalarida sun'iy qon aylanishini ulash va uzib qo'yishning texnik ko'nikmalarini ishlab chiqishga qaratilgan. U yurak ichidagi murakkab manipulyatsiyalarni ishlab chiqish uchun mo'ljallanmagan, balki aynan kanyulyatsiya, IK ishga tushirish/to'xtatish va miokardni himoya qilish bosqichlariga e'tibor qaratadi.

Har bir stsenariy quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- bemor anamnezi,
- vital belgilar,
- Teacher Cardio dasturiy ta'minoti orqali gemodinamikaga taqlid qilish,
- asoratlar ehtimoli (ta'lim oluvchining harakatlariga qarab),
- IK kanyulyatsiyasi va boshqaruvi sifatini baholash.

1. Rejali operatsiya - aorta stenoz (aorta klapanini almashtirish)

- Bemor: 68 yoshli erkak, og'ir aortal stenoz (gradient 80 mm Hg).), FV 55%.
- Vazifa:
 - aorta kanyulyatsiyasi (J-tip wire-reinforced kanyulya) va ikki bosqichli venoz kanyulyatsiya (yuqori va pastki bo'sh venalar).



- IK ishga tushirish, 32 °C gacha sovutish.
- Antegradnaya kardioplegiya (kristalloid).
- Yurak faoliyati tiklangandan keyin IRdan uzib qo'yish.
- Ehtimoliy asoratlari: IK boshlanishida gipotenziya, havo emboliyasi, koagulopatiya.

2. IKdan foydalangan holda koronar shuntirlash (CABG)

- Bemor: 62 yoshli erkak, koronar arteriyalarning uch tomirli shikastlanishi, FV 45%.
- Vazifa:
- Aorta va venalarning standart kanyulyatsiyasi.
- Perfuziyani nazorat qilish (o'rtacha AD 60-80 mm Hg. , oqim 2,4-3,0 l/min/m²).
- Gradaga qarshi kardioplegiyani joriy etish.
- Inotroplardan foydalangan holda IRdan uzib qo'yish (zarurat bo'lganda).
- Asoratlari: IK uzilgandan keyin yurak chiqishining pastligi → ichki aortal ballon kontrpulsatsiyasi (simulyatsiyasi) zarurligi.

3. Mitral klapanda operatsiya qilish (protezlash)

- Bemor: 58 yoshli ayol, og'ir mitral yetishmovchilik, FV 50%.
- Vazifa:
- Aorta kanyulyatsiyasi + venoz kanyulyatsiya.
- IK ishga tushirish, gipotermiyaga o'tish 28 °C.
- Antegrad + retrograd kardioplegiya (chap qorinchaning orqa devorini yaxshiroq himoya qilish uchun).
- IRdan uzib qo'yish.
- Asoratlari: kardioplegiyadan keyin aritmiya → defibrilatsiya, inotropik qo'llab-quvvatlash.

4. Shoshilinch operatsiya - ko'tarilayotgan aortaning tabaqalanishi (DeBakey bo'yicha A turi)

- Bemor: 55 yoshli erkak, ko'krak qafasidagi o'tkir og'riq, gipertenziya.
- Vazifa:
- Tez kanyulyatsiya (ko'pincha - son arteriyasi yoki o'ng subklavikali arteriya orqali).



- IK ishga tushirish, chuqur gipotermiya (18-20 °C), aorta yoyini proteziash uchun qon aylanishini to'xtatish.
- Miyaning antegradga qarshi selektiv perfuziyasi.
- Asoratlari: aorta kanyulyatsiyasining mumkin emasligi → periferik kirishga o'tish.

5. Past chiqarilish fraksiyasi bo'lgan bemorda operatsiya (FV <30%)

- Bemor: 70 yoshli erkak, ishemik kardiomiopatiya, FV 25%.
- Vazifa:
- Gipotenziya xavfini hisobga olgan holda kanyulyatsiya.
- Oqimning asta-sekin ko'payishi bilan IKni ishga tushirish.
- O'chirishda inotrop/vazopressorlardan foydalanish.
- Asoratlari: IK o'chirilgandan keyin yurakning past chiqishi sindromi.

6. Asoratli stsenariy (ilg'or daraja uchun)

- IK boshlanganidan keyin bemor: to'satdan OQ tushishi, oqimning kamayishi.
- Mumkin bo'lgan sabablar: havo emboliyasi, venoz kanyulaning noto'g'ri joylashuvi, gipovolemiya, geparinga anafilaksiya.
- Vazifa: tezkor tashxis qo'yish va bartaraf etish (deaeratsiya, kanyulani o'zgartirish, adrenalin/antigistaminlarni kiritish).

Ssenariylardan foydalanish xususiyatlari

- Har bir stsenariy Teacher Cardio dasturi orqali ishga tushiriladi - instruktor real vaqtda parametrlarni (AD, TSS, to'yinish, harorat, qon gazlari) o'zgartirishi mumkin.

- Yakunlangach, debriefing o'tkaziladi: kardioplegiya vaqti, dozasi, kanyulyatsiya urinishlari, xatolar soni tahlil qilinadi.

- Ssenariylar moslashtirilishi mumkin (masalan, aritmiya, gipotermiya, qon ketishi).

Bakulev CPBSS simulyatoridagi koronar shuntlash (CABG) stsenariysi - A.N. Bakulev nomidagi yurak-qon tomir jarrohligi milliy tibbiy tadqiqot markazining asosiy va o'quv jarayonida eng ko'p qo'llaniladigan stsenariylardan biridir. U aynan sun'iy qon aylanish (IK/SRV) bosqichlariga e'tibor qaratadi, shuntlarni qo'llash texnikasiga emas (buning uchun boshqa simulyatorlar, masalan, wet-lab yoki Ramphal). Stsenariy rejali aortokoronar shuntlash operatsiyasida IKni ulash/uzib qo'yishning bazaviy texnik ko'nikmalarini ishlab chiqish uchun mo'ljallangan.

Ssenariy haqida umumiy ma'lumot

- Bemor (tipik profil):



60-70 yoshdagi erkak, yurakning ishemik kasalligi (IBS), koronar arteriyalarning uch tomirli shikastlanishi (LAD stenoz > 70%, RCA > 90%, OM > 80%), III-IV FK stressining barqaror stenokardiyasi, chap qorinchaning chiqarilish fraksiyasi (FV LJ) 40-55%, qo'shimcha kasalliklar: AG 2-3 st., dislipidemiya, 2-turdagi qandli diabet yoki anamnezda chekish.

- Ssenariy maqsadi:
- Aorta va venalar kanyulyatsiyasi ketma-ketligini ishlab chiqish.
- IKni ishga tushirish va boshqarish (perfuziyani nazorat qilish, kardioplegiya).
- IRdan xavfsiz uzilish.
- Jamoaviy ish (jarroh + perfuziolog + anesteziolog).
- IRda tipik asoratlarga javob berish.

Stsenariyning bosqichma-bosqich borishi (asosiy bosqichlar)

Stsenariy Teacher Cardio dasturiy ta'minoti orqali ishga tushiriladi - instruktor real vaqtda parametrlarni (AD, CSS, harorat, qon gazlari, IR oqimi) o'zgartirishi va asoratlarni kiritishi mumkin.

1. Tayyorlash va kanyulyatsiya (10-15 daqiqa)

- Simulyatorning ko'krak bo'shlig'idagi belgilarni palpatsiya qilish va vizuallashtirish.
- Ko'tarilgan aorta kanyulyatsiyasi: J-tip wire-reinforced aorta kanyulasi (odatda 21-24 Fr) o'rnatish.
- Venoz kanyulyatsiya: ikki bosqichli - yuqori va pastki bo'sh tomirlarga venoz kanyullarni o'rnatish (olinadigan modul tomirlarga taqlid qiladi).
- Antegradnaya kardioplegiya va chap qorinchani drenaj qilish uchun kateter (chap qorinchali ventil) o'rnatish.
- Geparinizatsiya (ACT nazorati > 480 sek - simulyatsiya qilinadi).
- IK apparatini ulash.

2. IK va kardioplegiyani ishga tushirish (5-10 daqiqa)

- IR bosqichma-bosqich ishga tushirish (oqim 2,4-3,0 l/min/m², o'rtacha AD 60-80 mmHg).
- To'liq IKga o'tish (yurakni to'liq bo'shatish).
- Aortaga qisqich qo'yish va antegrad kardioplegiyasini kiritish (kristalloid, 1000-1500 ml, harorat 4-8 °C).
- Yurak to'xtashi (monitorda nazorat qilish - asistoliya yoki fibrilatsiya).



- Bemorni 32-34 °C gacha sovutish.

3. IKda barqarorlashtirish (operatsiyaning asosiy bosqichiga taqlid qilish)

- Barqaror perfuziyani saqlash (liniyadagi bosimni, venoz qaytishni, haroratni nazorat qilish).
- Instruktor operatsiyaning barqaror kechishini taqlid qilishi mumkin (to‘xtagan yurakda 10-15 daqiqa «ish»).

4. IRdan uzib qo‘yish (5-10 daqiqa)

- Bemorni 36,5-37 °C gacha isitish.
- IR oqimini bosqichma-bosqich kamaytirish, yurak faoliyatini tiklash (fibrilatsiya → defibrilatsiya → sinus ritmi).
- Zarurat bo‘lganda inotropalar/vazopressorlarni kiritish (dobutomin, noradrenalin).
- Kanyullarni olib tashlash, protaminizatsiya (ACT nazorati), gemostaz.



Simulation Room for Cardiovascular Surgery

The Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) is a specialized training simulator developed by the A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health (in collaboration with engineers and specialists from the Methodological Accreditation and Simulation Center MASC of the Bakulev Center) for practicing basic technical skills in performing open-heart surgery under conditions of cardiopulmonary bypass (CPB).

The simulator was created in 2019–2023 as an original Russian development (70% of components are proprietary designs using 3D printing, computer modeling, and electronics). It is actively used for training residents, surgeons, perfusionists, and anesthesiologists, as well as for accreditation and continuing education.

Objectives of the Cardiovascular Surgery Simulation Room:

Main Functions and Capabilities

- Physical Model:

Head and torso of an adult patient with access to venous and arterial segment vessels in the thoracic region. Removable module simulating blood vessels (superior and inferior vena cava, aorta, pulmonary trunk, and pulmonary veins). Realistic anatomical landmarks for cannulation.

- *Cannulation and CPB Connection:*

Practice of aortic and venous cannulation (J-tip wire-reinforced venous and aortic cannulas), connection to the cardiopulmonary bypass machine, performing antegrade cardioplegia (myocardial protection), and subsequent weaning from CPB.

- *Software:*

Teacher Cardio (Instructor Software) + bedside monitor simulation. Scenario launch, patient parameter control (BP, HR, saturation, temperature, blood gases, etc.), simulation of reactions to actions (hemodynamic changes, complications).

- Additional Elements:

- Anesthesia screen



- Monitor for displaying transesophageal echocardiography (TEE) images
- Surgical instruments (vascular clamps, forceps, left ventricular vent catheter)

- Table with head tilt adjustment
- Surgical drapes and consumables

Training Objectives and Tasks

- Practicing the sequence of actions when connecting to/disconnecting from CPB

- Skills in cannulating major vessels
- Control of perfusion parameters and myocardial protection
- Teamwork (surgeon + perfusionist + anesthesiologist)
- Response to complications (hypotension, arrhythmias, bleeding, hypothermia)

Advantages

- High realism of tactile sensations and anatomy
- Safety (no real patient, radiation, or consumables)

The Cardiovascular Surgery Simulation Room consists of 1 zone:

The Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) is focused on practicing technical skills of connecting and disconnecting cardiopulmonary bypass (CPB) during open-heart surgery. It is not intended for practicing complex intracardiac manipulations, but rather focuses specifically on cannulation stages, starting/stopping CPB, and myocardial protection.

Each scenario includes:

- patient history,
- vital signs,
- hemodynamics simulation via Teacher Cardio software,
- possibility of complications (depending on trainee actions),
- assessment of cannulation quality and CPB management.

1. Scheduled Surgery — Aortic Stenosis (Aortic Valve Replacement)

- Patient: 68-year-old male, severe aortic stenosis (gradient 80 mmHg), EF 55%.

- Tasks:

- Aortic cannulation (J-tip wire-reinforced cannula) and two-stage venous cannulation (superior and inferior vena cava).



- CPB initiation, cooling to 32 °C.
- Antegrade cardioplegia (crystalloid).
- Weaning from CPB after cardiac activity restoration.
- Possible complications: hypotension during CPB initiation, air embolism, coagulopathy.

2. Coronary Artery Bypass Grafting (CABG) Using CPB

- Patient: 62-year-old male, three-vessel coronary artery disease, EF 45%.
- Tasks:
 - Standard aortic and venous cannulation.
 - Perfusion control (mean BP 60–80 mmHg, flow 2.4–3.0 L/min/m²).
 - Administration of antegrade cardioplegia.
 - Weaning from CPB using inotropes (if necessary).
- Complication: low cardiac output after CPB weaning → need for intra-aortic balloon pump simulation.

3. Mitral Valve Surgery (Prosthetic Replacement)

- Patient: 58-year-old female, severe mitral regurgitation, EF 50%.
- Tasks:
 - Aortic cannulation + venous cannulation.
 - CPB initiation, transition to hypothermia 28 °C.
 - Antegrade + retrograde cardioplegia (for better posterior left ventricular wall protection).
- Weaning from CPB.
- Complication: arrhythmia after cardioplegia → defibrillation, inotropic support.

4. Emergency Surgery — Type A Aortic Dissection (DeBakey Type A)

- Patient: 55-year-old male, acute chest pain, hypertension.
- Tasks:
 - Rapid cannulation (often via femoral or right subclavian artery).
 - CPB initiation, deep hypothermia (18–20 °C), circulatory arrest for aortic arch prosthesis.
- Antegrade selective cerebral perfusion.
- Complication: inability to cannulate aorta → transition to peripheral access.



5. Surgery in a Patient with Low Ejection Fraction (EF <30%)

- Patient: 70-year-old male, ischemic cardiomyopathy, EF 25%.
- Tasks:
 - Cannulation accounting for hypotension risk.
 - CPB initiation with gradual flow increase.
 - Use of inotropes/vasopressors during weaning.
 - Complication: low cardiac output syndrome after CPB weaning.

6. Complication Scenario (Advanced Level)

- Patient after CPB initiation: sudden BP drop, decreased flow.
 - Possible causes: air embolism, incorrect venous cannula position, hypovolemia, heparin anaphylaxis.
 - Task: rapid diagnosis and resolution (de-airing, cannula repositioning, adrenaline/antihistamine administration).

Scenario Usage Features

- Each scenario is launched via Teacher Cardio software — the instructor can change parameters in real time (BP, HR, temperature, blood gases, CPB flow) and introduce complications.
 - Debriefing is conducted after completion: analysis of time, cardioplegia dose, number of cannulation attempts, errors.
 - Scenarios can be adapted (e.g., adding arrhythmias, hypothermia, bleeding).

CABG Scenario in the Bakulev CPBSS Simulator

The CABG (Coronary Artery Bypass Grafting) scenario in the Bakulev CPBSS simulator is one of the key and most frequently used in the educational process of the A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery. It focuses specifically on the stages of cardiopulmonary bypass (CPB), not on the technique of graft placement itself (for which other simulators are used, such as wet-lab or Ramphal). The scenario is designed for practicing basic technical skills of connecting to/disconnecting from CPB during scheduled coronary artery bypass surgery.

General Information about the Scenario

- Patient (typical profile):



Male, 60–70 years old, ischemic heart disease (IHD), three-vessel coronary artery disease (stenoses LAD >70%, RCA >90%, OM >80%), stable exertional angina CCS class III–IV, left ventricular ejection fraction (LV EF) 40–55%, comorbidities: hypertension grade 2–3, dyslipidemia, type 2 diabetes mellitus or smoking history.

- Scenario Objectives:

- Practice the sequence of aortic and venous cannulation.
- Initiate and manage CPB (perfusion control, cardioplegia).
- Safe weaning from CPB.
- Teamwork (surgeon + perfusionist + anesthesiologist).
- Response to typical CPB complications.

Step-by-Step Scenario Progression (Main Stages)

The scenario is launched via Teacher Cardio software — the instructor can change parameters in real time (BP, HR, temperature, blood gases, CPB flow) and introduce complications.

1. Preparation and Cannulation (10–15 min)

- Palpation and visualization of landmarks in the simulator's thoracic cavity.
- Ascending aorta cannulation: placement of J-tip wire-reinforced aortic cannula (usually 21–24 Fr).
- Venous cannulation: two-stage — placement of venous cannulas in the superior and inferior vena cava (removable module simulates vessels).
- Placement of antegrade cardioplegia catheter and left ventricular vent.
- Heparinization (ACT >480 sec control — simulated).
- Connection to CPB machine.

2. CPB Initiation and Cardioplegia (5–10 min)

- Gradual CPB initiation (flow 2.4–3.0 L/min/m², mean BP 60–80 mmHg).
- Transition to full CPB (complete cardiac decompression).
- Aortic cross-clamping and antegrade cardioplegia administration (crystalloid, 1000–1500 ml, temperature 4–8 °C).
- Cardiac arrest (asystole or fibrillation on monitor).
- Patient cooling to 32–34 °C.



3. CPB Stabilization (Simulation of Main Surgical Stage)

- Maintaining stable perfusion (control of line pressure, venous return, temperature).
- Instructor can simulate stable operative course (10–15 min of "work" on arrested heart).

4. Weaning from CPB (5–10 min)

- Patient rewarming to 36.5–37 °C.
- Gradual CPB flow reduction, restoration of cardiac activity (fibrillation → defibrillation → sinus rhythm).
- Inotrope/vasopressor administration if necessary (dobutamine, norepinephrine).
- Cannula removal, protamine administration (ACT control), hemostasis.



Симуляционный кабинет по сердечно-сосудистой хирургии

Симулятор сердечно-сосудистой хирургии Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) - это специализированный учебный тренажер, разработанный Национальным медицинским исследовательским центром сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России (в сотрудничестве с инженерами и специалистами методического аккредитационно-симуляционного центра МАСЦ центра Бакулева) для отработки базовых технических навыков проведения операций на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения.

Симулятор создан в 2019–2023 годах как оригинальная российская разработка (70% компонентов - собственная конструкция с использованием 3D-печати, компьютерного моделирования и электроники). Активно применяется для обучения ординаторов, хирургов, перфузиологов и анестезиологов, а также для аккредитации и повышения квалификации.

Цели симуляционного кабинета по сердечно-сосудистой хирургии:

Основные функции и возможности

- Физическая модель:

Голова и торс взрослого пациента с доступом к сосудам венозного и артериального сегмента в области грудной клетки. Съёмный модуль имитации сосудов (верхняя и нижняя полые вены, аорта, легочный ствол и легочные вены). Реалистичные анатомические ориентиры для канюляции.

- Канюляция и подключение ИК:

Отработка канюляции аорты и вен (J-tip wire-reinforced венозная и аортальная канюли), подключения аппарата искусственного кровообращения, выполнения антеградной кардиopleгии (защита миокарда), последующего отключения от ИК.

- Программное обеспечение:



Teacher Cardio (ПО инструктора) + имитация прикроватного монитора. Запуск сценариев, контроль параметров пациента (АД, ЧСС, насыщение, температура, газы крови и др.), симуляция реакций на действия (изменение гемодинамики, осложнения).

- Дополнительные элементы:

- Экран анестезии
- Монитор для демонстрации изображений чреспищеводной эхокардиографии (ТЭЕ)
- Хирургические инструменты (сосудистые зажимы, щипцы, катетер для левого сердца)
- Стол с регулировкой наклона головы
- Хирургические простыни и расходники

Цели и задачи обучения

- Отработка последовательности действий при подключении/отключении ИК
- Навыки канюляции крупных сосудов
- Контроль параметров перфузии и защиты миокарда
- Командная работа (хирург + перфузиолог + анестезиолог)
- Реагирование на осложнения (гипотензия, аритмии, кровотечение, гипотермия)

Преимущества

- Высокая реалистичность тактильных ощущений и анатомии
- Безопасность (нет реального пациента, радиации, расходных материалов)

Симуляционный кабинет по сердечно-сосудистой хирургии состоит из 1 зон:

Симулятор Bakulev CPBSS (Cardiopulmonary Bypass Surgery Simulator) ориентирован на отработку технических навыков подключения и отключения искусственного кровообращения (ИК) при операциях на открытом сердце. Он не предназначен для отработки сложных внутрисердечных манипуляций, а фокусируется именно на этапах канюляции, запуска/остановки ИК и защите миокарда.

Каждый сценарий включает:

- анамнез пациента,
- витальные признаки,
- имитацию гемодинамики через ПО Teacher Cardio,



- возможность осложнений (в зависимости от действий обучаемого),
- оценку качества канюляции и управления ИК.

1. Плановая операция — аортальный стеноз (замена аортального клапана)

- Пациент: мужчина 68 лет, тяжелый аортальный стеноз (градиент 80 мм рт. ст.), ФВ 55%.
- Задача:
- Канюляция аорты (J-tip wire-reinforced канюля) и двухэтапная венозная канюляция (верхняя и нижняя полые вены).
- Запуск ИК, охлаждение до 32 °С.
- Антеградная кардиopleгия (кристаллоидная).
- Отключение от ИК после восстановления сердечной деятельности.
- Возможные осложнения: гипотензия при запуске ИК, воздушная эмболия, коагулопатия.

2. Коронарное шунтирование (CABG) с использованием ИК

- Пациент: мужчина 62 лет, трехсосудистое поражение коронарных артерий, ФВ 45%.
- Задача:
- Стандартная канюляция аорты и вен.
- Контроль перфузии (среднее АД 60–80 мм рт. ст., поток 2,4–3,0 л/мин/м²).
- Введение антеградной кардиopleгии.
- Отключение от ИК с использованием инотропов (при необходимости).
- Осложнение: низкий сердечный выброс после отключения ИК → необходимость внутриаортальной баллонной контрпульсации (симуляция).

3. Операция на митральном клапане (протезирование)

- Пациент: женщина 58 лет, тяжелая митральная недостаточность, ФВ 50%.
- Задача:
- Канюляция аорты + венозная канюляция.
- Запуск ИК, переход на гипотермию 28 °С.
- Антеградная + ретроградная кардиopleгия (для лучшей защиты задней стенки левого желудочка).
- Отключение от ИК.



- Осложнение: аритмия после кардиоплегии → дефибрилляция, инотропная поддержка.

4. Экстренная операция — расслоение восходящей аорты (тип А по DeBakey)

- Пациент: мужчина 55 лет, острая боль в грудной клетке, гипертензия.
- Задача:
 - Быстрая канюляция (часто — через бедренную артерию или правую подключичную).
 - Запуск ИК, глубокая гипотермия (18–20 °С), остановка кровообращения для протезирования дуги аорты.
 - Антеградная селективная перфузия мозга.
- Осложнение: невозможность канюляции аорты → переход на периферический доступ.

5. Операция у пациента с низкой фракцией выброса (ФВ <30%)

- Пациент: мужчина 70 лет, ишемическая кардиомиопатия, ФВ 25%.
- Задача:
 - Канюляция с учетом риска гипотензии.
 - Запуск ИК с постепенным увеличением потока.
 - Использование инотропов/вазопрессоров при отключении.
- Осложнение: синдром низкого сердечного выброса после отключения ИК.

6. Сценарий с осложнениями (для продвинутого уровня)

- Пациент после запуска ИК: внезапное падение АД, снижение потока.
- Возможные причины: воздушная эмболия, неправильное положение венозной канюли, гиповолемия, анафилаксия на гепарин.
- Задача: быстрая диагностика и устранение (деаэрация, перестановка канюли, введение адреналина/антигистаминных).

Особенности использования сценариев

- Каждый сценарий запускается через ПО Teacher Cardio — инструктор может в реальном времени менять параметры (АД, ЧСС, насыщение, температуру, газы крови).
- После завершения проводится дебрифинг: анализ времени, дозы кардиоплегии, количества попыток канюляции, ошибок.



- Сценарии могут быть адаптированы (например, добавление аритмий, гипотермии, кровотечения).

Сценарий коронарного шунтирования (CABG) в симуляторе Vakulev CPBSS - один из ключевых и наиболее часто используемых в учебном процессе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева. Он фокусируется именно на этапах искусственного кровообращения (ИК/СРВ), а не на самой технике наложения шунтов (для этого используются другие симуляторы, например, wet-lab или Ramphal). Сценарий предназначен для отработки базовых технических навыков подключения/отключения ИК при плановой операции аортокоронарного шунтирования.

Общая информация о сценарии

- Пациент (типичный профиль):

Мужчина 60–70 лет, ишемическая болезнь сердца (ИБС), трехсосудистое поражение коронарных артерий (стенозы LAD >70%, RCA >90%, OM >80%), стабильная стенокардия напряжения III–IV ФК, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) 40–55%, сопутствующие заболевания: АГ 2–3 ст., дислипидемия, сахарный диабет 2 типа или курение в анамнезе.

- Цели сценария:
- Отработка последовательности канюляции аорты и вен.
- Запуск и управление ИК (контроль перфузии, кардиоплегия).
- Безопасное отключение от ИК.
- Командная работа (хирург + перфузиолог + анестезиолог).
- Реагирование на типичные осложнения при ИК.

Пошаговый ход сценария (основные этапы)

Сценарий запускается через ПО Teacher Cardio - инструктор может в реальном времени менять параметры (АД, ЧСС, температура, газы крови, поток ИК) и вводить осложнения.

1. Подготовка и канюляция (10–15 мин)

- Пальпация и визуализация ориентиров в грудной полости симулятора.
- Канюляция восходящей аорты: установка J-tip wire-reinforced аортальной канюли (обычно 21–24 Fr).



- Венозная канюляция: двухэтапная - установка венозных канюль в верхнюю и нижнюю полые вены (съёмный модуль имитирует сосуды).
 - Установка катетера для антеградной кардиopleгии и дренажа левого желудочка (левожелудочковый вентиль).
 - Гепаринизация (контроль АСТ >480 сек - симулируется).
 - Подключение аппарата ИК.
2. Запуск ИК и кардиopleгия (5–10 мин)
- Постепенный запуск ИК (поток 2,4–3,0 л/мин/м², среднее АД 60–80 мм рт. ст.).
 - Переход на полное ИК (полное опорожнение сердца).
 - Наложение зажима на аорту и введение антеградной кардиopleгии (кристаллоидная, 1000–1500 мл, температура 4–8 °С).
 - Остановка сердца (контроль на мониторе — асистолия или фибрилляция).
 - Охлаждение пациента до 32–34 °С.
3. Стабилизация на ИК (имитация основного этапа операции)
- Поддержание стабильной перфузии (контроль давления в линии, венозного возврата, температуры).
 - Инструктор может имитировать стабильное течение операции (10–15 мин «работы» на остановленном сердце).
4. Отключение от ИК (5–10 мин)
- Согревание пациента до 36,5–37 °С.
 - Постепенное снижение потока ИК, восстановление сердечной деятельности (фибрилляция → дефибрилляция → синусовый ритм).
 - Введение инотропов/вазопрессоров при необходимости (добутомин, норадреналин).
 - Удаление канюль, протаминизация (контроль АСТ), гемостаз.