

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра медицинской биологии
(МБ_ИФББ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра медицинской биологии
(МБ_ИФББ)**

наименование кафедры

Е.И. Шишацкая

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ,
КЛЕТочНОЙ И ТКАНЕВОЙ
ИНЖЕНЕРИИ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Материалы для медицины, клеточной и
тканевой инженерии

Направление подготовки / 06.04.01 Биология магистерская программа
специальность 06.04.01.05 Реконструктивная биоинженерия

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

060000 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

направление 06.04.01 Биология магистерская программа 06.04.01.05

Реконструктивная биоинженерия

Программу
составили

доктор биологических наук, профессор, Шишацкая
Е.И.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель курса – «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» – дать знания о новейших направлениях биотехнологической науки и практики, интегрирующих потенциал биомедицинского материаловедения, клеточных культур и технологий, тканевого инжиниринга; наиболее перспективных технологиях реконструктивной биомедицины.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов знаний и умений в сфере современных целей и задач биомедицинского материаловедения, новейших реконструктивных технологий, базирующихся на достижениях клеточных культур, технологий и тканевой инженерии

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-3:готовностью использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
--

ОПК-4:способностью самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов
--

ПК-1:способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 06.04.01 Биология, профилю 06.04.01.05 Реконструктивная биоинженерия, реализуемой в Федеральном государственном автономном образовательном

учреждении высшего образования Сибирский федеральный университет (далее Университет), в Институте фундаментальной биологии и биотехнологии на базовой кафедре биотехнологии.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	0,89 (32)	0,89 (32)
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,44 (16)	0,44 (16)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,11 (76)	2,11 (76)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
2		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
3		2	2	0	8	ОПК-3 ПК-1
4		2	2	0	8	ОПК-3 ПК-1
5		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
6		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
7		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
8		2	2	0	10	ОПК-3 ПК-1
Всего		16	16	0	76	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Тема 1.1. Актуальные исследования в области полимерных материалов биомедицинского назначения. Современное состояние и перспективы. Потребности реконструктивной медицины в новых материалах и изделиях	2	0	0

2	2	<p>Тема 2.1. Материалы, совместимые с живым организмом. Свойства. Понятие биосовместимости.</p> <p>Тема 2.2. Материалы медицинского назначения, используемые в реконструктивных технологиях. Полимерные материалы для сердечно-сосудистой системы: сосудистые эндопротезы, клапаны сердца, протезы сосудов. Материалы для реконструкции мягких тканей, внутренних органов, кожи; костной ткани</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

3	3	<p>Тема 3.1. Система методов и тестов, применяемая в биомедицинском материаловедении. Биомедицинское тестирование биоматериалов. Тестирование биоматериалов на биосовместимость. Международная система тестов для оценки биосовместимости медицинских материалов и изделий</p> <p>Тема 3.2. Методы переработки материалов для получения специализированных конструкций и изделий биомедицинского назначения. Получение гидрогелей. Переработка термопластичных полимеров. Переработка композитов керамики и полимеров. Переработка полимеров из растворов</p>	2	0	0
4	4	<p>Тема 4.1. Реакция организма на имплантацию материалов и процессы взаимодействия с ними. Фазы воспалительно-репаративной реакции и образование капсул вокруг имплантатов. Клеточные и межклеточные элементы, участвующие в тканевой реакции. Особенности реакции на инородное тело и образование гигантских клеток</p>	2	0	0

5	5	Тема 5.1. Биоразрушаемые материалы. Механизм биоразрушения. Природные биоразрушаемые материалы: хитизан, альгинаты, гиалуроновая кислота, коллаген, фибрин, полигидроксиалканоаты	2	0	0
---	---	---	---	---	---

6	6	<p>Тема 6.1. История и проблемы развития культивирования животных клеток, становления и развития клеточных технологий. Источники и типы клеток</p> <p>Тема 6.2. Техника ведения клеточных культур. Выбор питательных сред и субстратов для культивирования животных клеток. Клеточные линии: ограниченные и постоянные. Источники клеток: первичные клетки. Стволовые клетки и источники их выделения. Типы культивационных систем для периодических и проточных культур клеток</p> <p>Тема 6.3. Клеточные технологии и тканевая инженерия. Принципы и основные подходы. Материалы, примененные для изготовления клеточных матриц. Методы конструирования дву-, трехмерных матриц из различных типов биоматериалов с применением техники испарения растворителя, контактного прессования, экструзии. Методы получения пористых матриц</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

7	7	<p>Тема 7.1. Принципы работы в клеточной лаборатории и основные правила асептики. Оборудование, необходимое для работы с клеточными культурами. Системы и условия, необходимые для роста клеточных культур. Культивирование клеток и тканей беспозвоночных. Культивирование клеток человека. Органная культура</p>	2	0	0
8	8	<p>Тема 8.1. Стволовые клетки. История вопроса. Перспективы использования стволовых клеток в биологии и медицине. Принципы проведения клеточной терапии с применением стволовых клеток. Этические проблемы. Процесс передачи новых технологий в клиническую практику</p>	2	0	0
Итого			16	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Тема 1.1. Знакомство с классификацией полимерных материалов биомедицинского назначения</p> <p>Цель работы – сформировать у студентов представления о кардинальном отличии биоматериалов от синтетических пластиков; способах синтеза, переработке, областях применения. В ходе работы студенты знакомятся с коллекцией образцов биоматериалов, описанием их свойств и областями применения: изучают образцы полимерной продукции биомедицинского назначения</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

2	2	<p>Тема 2.1. Получение высокоочищенных образцов полимеров; измельчение, стерилизация Цель работы – дать знания о необходимости и методах выделения и очистки биоматериалов и подготовке материала для переработки в изделия. В ходе работы студенты знакомятся с серией образцов биопластиков разной степени очистки, органолептически и спектрофотометрически определяют плотность полимерных вытяжек (регистрирующий спектрофотометр Uvicon-943, Италия), полученных от разных образцов; а также сдвиг рН-вытяжек – как показатель миграции в водную среду примесей. С использованием шаровой мельницы далее производят измельчение и гомогенизацию образцов биопластика для последующей переработки в изделия. Образцы биопластика подвергают стерилизации автоклавированием, в суховоздушном термостате при 105 оС и с использованием раствора этанола. Итог работы – приобретение навыков пробоподготовки образцов биоматериала, которые будут использованы на последующих занятиях</p>	2	0	0
		<p>Тема 2.2. Обработка и переработка полимерных материалов в специализированные изделия биомедицинского назначения. Прямое компрессионное формование. Экструзия¹³ Цель работы – ознакомление со способами переработки биоматериалов в</p>			

3	3	<p>Тема 3.1. Знакомство с системой тестирования биологической безопасности материалов и изделий для медицины Цель – знакомство студентов с системой тестов (ГОСТ Р ИСО 10 993), принятой в настоящее время в России, США и странах ЕС. Студенты изучают основные разделы стандарта и получают знания о существующей международной системе биотестирования материалов и изделий биомедицинского назначения</p> <p>Тема 3.2. Санитарно-химические исследования Цель – ознакомить с методами первого этапа биотестирования материалов и изделий, предназначенных для биомедицины. В ходе работы с использованием экстрактов биопластика проводится анализ наличия в водных вытяжках возможных продуктов миграции (мономеров, образующих полимер), органических веществ (по бихроматной окисляемости), насыщенных органических соединений (по бромлируемости вытяжек). Сопоставление полученных экспериментальных значений с предельно допустимыми нормами из стандарта ИСО Р 10993 позволяет студентам оценить пригодность приготовленных ими матриц для биомедицины</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

4	4	Модуль 4. Тканевая реакция на имплантаты	2	0	0
5	5	Модуль 5. Механизмы биодеструкции имплантатов	2	0	0

6	6	<p>Тема 6.1. Знакомство с правилами работы на современном оборудовании, необходимом для клеточных технологий Цель – знакомство студентов с принципами работы, устройством и правилами работы в боксе-ламинаре 2-го класса защиты (фирмы Labconko, США) для ведения клеточных культур», CO₂-инкубатора (фирмы Labconko, США), инвертированным микроскопом, низкотемпературным морозильником для хранения банка культур (фирмы Viscwek, США) . Требованиями к спецодежде и правилам безопасной работы с клеточными культурами. Цель работы – усвоение правил работы с клеточными культурами и использованием специализированным оборудованием</p> <p>Тема 6.2. Посуда в клеточной лаборатории и питательные среды. Приготовление питательной среды для посева клеток Цель работы – приобретение знаний о характеристике и специфике посуды и культуральных сред для выращивания животных клеток, обучение технологии подготовки посуды и правилам стерильной работы для приготовления культуральных сред. Студенты получают знания по технологии приготовления сред, наборе необходимых реагентов. Бессыворотные среды и среды с</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

7	7	<p>Тема 7.1. Получение первичной культуры</p> <p>Цель – получение знаний и навыков об источниках получения и технике ведения органной культуры. Выбор источника ткани. В процессе работы будет получена суспензионная культура фибробластов (например, из кусочков ткани кожных покровов). Будут засеяны культурой пластиковые культуральные планшеты, а также пленки из биопластика, приготовленные студентами ранее. Культуры будут помещены в гумидную среду в CO₂-инкубатор. На следующем занятии будет произведено микроскопирование культур с применением инвертированного микроскопа и оценена адгезия и количество клеток на разных подложках (матриксах)</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

8	8	Тема 8.1. Техника выделения мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (МСК) Цель – дать знания о принципах выделения, источниках ведения и использования в тканевом инжиниринге стволовых клеток. Работа предполагает проведение процедуры выделения стволовых клеток из костного мозга лабораторных крыс. Будет выделен костный мозг из большеберцовой кости умерщвленного животного, проведены все необходимые процедуры для получения первичной культуры. В состав среды будут добавлены компоненты для дифференцировки МСК в клетки остеобластического ряда. Культивирование будет проведено в течение нескольких суток с ежедневной заменой среды	2	0	0
Всего			16	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Джаксон М. Б.	Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ.	Москва: Мир, 2009
Л1.2	Волова Т.Г., Шишацкая Е.И., Миронов П.В., Франк Л.А.	Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2009
Л1.3	Льюин Б., Кофиади И. А., Усман Н. Ю., Турчанинова М. А., Савилова А. М., Ребриков Д. В.	Гены: [учебник]	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011
Л1.4	Льюин Б., Кассимерис Л., Лингаппа В. П., Плоппер Д., Филиппович И. В., Ченцов Ю. С.	Клетки: [учебник]	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Штильман М. И.	Полимеры медико-биологического назначения: учебное пособие для вузов по специальности 250500 "Химическая технология высокомолекулярных соединений"	Москва: Академкнига, 2006
Л2.2	Конки Д., Эрба Э., Гриффитс Б., Фрешни Р. А.	Культура животных клеток. Методы: перевод с английского	Москва: Мир, 1989
Л2.3	Волова Т. Г.	Современные проблемы и методы биотехнологии: учеб. программа дисциплины [для студентов программы подг. 020400.68 «Биология»]	Красноярск: СФУ, 2013
Л2.4	Фрешни Р. Я.	Культура животных клеток: практическое руководство: пер. с 5-го англ. изд.	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011
Л2.5	Хенч Л., Джоунс Д.	Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей: Монография	Москва: Техносфера, 2007

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	<p>17. Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П. В. Миронов ; сост. Л. А. Франк ; Сиб. федерал. ун-т. - (Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии : УМКД № 1324-2008 / рук. творч. коллектива Т.Г. Волова) (Электронная библиотека СФУ. Учебно–методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-7638-1665-5 (комплекса). - № гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902484</p>	
----	---	--

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

№

п/п № раздела

дисциплины Самостоятельное изучение теоретического материала по темам

1 Модуль 1

Введение в предмет «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» Тема 1.1. Актуальность и потребности в новых биоматериалах

Тема 1.2. Классификация современных биоматериалов

Тема 1.3. Синтетические и природные полимеры

Тема 1.4. Матрицы функционирующих клеток; особенности конструирования, основные требования

2 Модуль 2

Материалы медико-биологического назначения Тема 2.1. Понятие биосовместимости материалов и имплантатов

Тема 2.2. Специфика гемосовместимых тромборезистентных биоматериалов

Тема 2.3. Требования, предъявляемые к материалам, предназначенным для контакта с кровью

Тема 2.4. Биосинтез биоразрушаемых полимерных материалов синтетического и биологического происхождения. Потребности и перспективы применения

3 Модуль 3

Методы изучения материалов биомедицинского назначения

Тема 3.1. Международная система тестирования биоматериалов

Тема 3.2. Принципы и методы санитарно-химических исследований биоматериалов

Тема 3.3. Принципы и методы оценки цитотоксичности *in vitro* и токсикологических свойств *in vivo*

4 Модуль 4

Тканевая реакция на имплантаты Тема 4.1. Механизм взаимодействия в системе «имплантат-ткани макроорганизма» *in vivo*

Тема 4.2. Характеристика стадий реакции тканей на имплантацию: посттравматического воспаления, образования фиброзной капсулы, инволюции капсулы.

5

Модуль 5

Механизмы биодеструкции имплантатов Тема 5.1. Особенности реакции тканей на инородное тело при имплантировании биорезорбируемых имплантатов и устройств

Подготовка реферата

6 Модуль 6

Биология клетки в культуре. Материалы для клеточных технологий и тканевой инженерии Тема 6.1. Культуры клеток, техника и методы ведения

Тема 6.2. Определение жизнеспособности клеток и процессов гибели по типу некроза и апоптоза

7 Модуль 7

Специфика технологии ведения клеточных культур (6)

Тема 7.1. Необходимое оборудование и правила безопасной работы с клеточными культурами

Тема 7.2. Типы культуральных сред для ведения клеточных культур

Тема 7.3. Моно- и полислойные культуры. Принципы инженерии тканей *in vitro*

8 Модуль 8

Новейшие клеточные технологии (6) Тема 8.1. Источники выделения стволовых клеток. Этические проблемы

Тема 8.2. Методы получения, ведения и тестирования первичных культур

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: Microsoft Office, Adobe Photoshop, CorelDRAW, Adobe Illustrator и др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
-------	---

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	В рамках изучения дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
9.2.2	№ Ресурс Интернет-адрес
9.2.3	1 Антиплагиат. ВУЗ http://sfukras.antiplagiat.ru
9.2.4	2 Ист Вью (EastView): http://www.ebiblioteka.ru
9.2.5	3 Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): http://elibrary.ru
9.2.6	4 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина: http://www.prlib.ru
9.2.7	5 Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): http://uisrussia.msu.ru
9.2.8	6 Электронно-библиотечная система «ИНФРА-М»: http://www.znaniium.com
9.2.9	7 Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт http://rucont.ru
9.2.10	8 Электронно-библиотечная система «Лань»: http://e.lanbook.com
9.2.11	9 Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: http://ibooks.ru

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое для реализации дисциплины «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» материально-технического обеспечения включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс;
- компьютерный класс, укомплектованные современными компьютерами, классы на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.

Для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии» используется оборудование, которым укомплектован Центр коллективного пользования приборами, лаборатории и кафедры Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ и Института биофизики СО РАН:

1. Высокоскоростная центрифуга Avanti J-26XPI фирмы «Beckman Int.» (США).
2. Лабораторные весы «Adventurer»™ ОН – AR2140 (США).
3. Роторный вакуумный испаритель Rotovapor R 2000/250 фирмы «Büchi» (Швейцария).
4. Лабораторный вертикальный автоклав фирмы «Sanyo» MLS-3781L, (Япония).
5. Вытяжной шкаф LABCONCO (США) (серия 070976143V).
6. Термостат модель BD-115, BINDER (Германия).
7. Хроматомасс-спектрометр Agilent 5975Inert, фирмы Agilent (США).
8. Система гель-проникающей хроматографии «Waters Alliance GPC 2000 Series» фирмы «Waters» (США) с набором полистириновых стандартов.
9. Сухожаровой шкаф Binder GmbH (Германия).
10. Стационарный рН-метр фирмы «Sartorius» (Германия).
11. Хроматограф для гель-проникающей хроматографии Waters Breeze System, фирмы «Waters» (США).
12. Автоматический лабораторный пресс Calver 3887/4SDOBOI (США).
13. Лабораторный мини-экструдер Brabender® E 19/25 D (Германия).
14. Лабораторная система PDS 2010 Labcoater™ для нанесения полимерных покрытий и влагозащиты фирмы «Labcoater» (США).
15. Ультразвуковой гомогенизатор Sonicator 3000 фирмы «Misonix Incor» (США).
16. Электрическая верхнеприводная мешалка фирмы «Heidolph».
17. Универсальная электромеханическая испытательная машина «Инстрон 5565, 5KN» фирмы «Instron» (Великобритания).
18. Термоупаковочная машина NS 1000 фирмы «Howo Gmby» (Германия).
19. Стерилизующая система «Sterrad «NX» фирмы «Johnson & Johnson» (США).
20. ИК-Фурье-спектрометр «ИНФРАЛЮМ ФТ-02» (Россия).
21. Дериватограф СТА – СТА 449 Jupiter фирмы «NETZSCH» (Германия).
22. Вертикальный низкотемпературный морозильник фирмы «New Brunswick scientific» (США).
23. CO₂-инкубатор фирмы «New Brunswick Scientific» (США).
24. Бокс-ламинар биологической безопасности фирмы «LABCONCO» (США).
25. Инвертированный микроскоп фирмы «ЛОМО» (Россия).
26. Центрифуга настольная Centrifuge 5810 R фирмы «Eppendorf» (США).
27. Дезинфекционно-моечный автомат G 7883 CD фирмы «LABCONCO» (США).
28. Автоматический автоклав фирмы «Sanyo» MLS-3781L (Япония)