

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

А.Д. Стрекаловская, А.А. Бакаев

БИОМАТЕРИАЛЫ В МЕДИЦИНЕ

Рабочая тетрадь

Рекомендовано к изданию ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Оренбург
2020

УДК 616-77
ББК 51.1
Б63

Рецензент – профессор, доктор биологических наук, Карпова Г.В.

Стрекаловская А.Д.

Б63 Биоматериалы в медицине [Электронный ресурс] : рабочая тетрадь для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии / А. Д. Стрекаловская, А. А. Бакаев; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2020. - 107 с-
Загл. с тит. экрана.
ISBN 978-5-7410-2472-0

Рабочая тетрадь содержит задания для практических занятий и самостоятельной работы студентов по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии по профилю «Инженерное дело в медико-биологической практике», изучающих дисциплины «Связь живой материи с биоматериалами».

УДК 616-77
ББК 51.1

ISBN 978-5-7410-2472-0

©Стрекаловская А.Д.,
Бакаев А.А., 2020
© ОГУ, 2020

Содержание

Введение	4
1 Нейрохирургия	5
1.1 Импланты в вертеброхирургии	12
2 Челюстно-лицевая хирургия	18
2.1 Материалы в стоматологии	25
3 Пластическая хирургия. Нобелевские лауреаты в области медицины	32
4 Клеточные технологии и тканевая инженерия	41
5 Основные группы материалов в медицине	47
5.1 Металлы и композиты в медицине	47
5.2 Полимеры в медицине	55
5.3 Керамика в медицине	62
6 Хирургические шовные материалы	68
7 Материалы для лекарственных средств	74
8 Искусственные органы	80
8.1 Искусственное сердце. Гемодиализ	86
8.2 Искусственное ухо, нос и трахеи	95
8.3 Искусственные органы зрения	99
9 Материалы, используемые при имплантации	102
Список использованных источников	106

Введение

Создание экологически чистых материалов с полезными свойствами остается одной из ключевых проблем современности. Актуальность и необходимость разработки новых биоматериалов обусловлена высоким спросом на полимерные материалы для различных сфер деятельности и, прежде всего, биомедицины. Сегодня остаются востребованными биосовместимые материалы для общей и сердечно-сосудистой хирургии, для изготовления протезов кровеносных сосудов, искусственных клапанов сердца, систем искусственного и вспомогательного кровообращения, для ортопедии и стоматологии, лекарственных форм нового поколения и сорбентов.

Разработка новых материалов медицинского назначения, предназначенных для контакта со средой живого организма, представляет собой довольно сложную задачу. Особо востребованы специализированные биосовместимые материалы для сформировавшегося в последние годы нового направления медицинского материаловедения – клеточной и тканевой инженерии, связанного с реконструктивной хирургией и разработкой биоискусственных органов.

Эти исследования реализуются на стыке химии высокомолекулярных соединений, биотехнологии, биофизики, молекулярной и клеточной биологии и медицины и включают в себя комплекс взаимосвязанных фундаментальных задач: разработку новых материалов, методов модификации и их переработки в специализированные изделия биомедицинского назначения; изучение механизма взаимодействия биоматериалов с кровью и тканями; оценку физико-химических и медико-биологических свойств биоматериалов и изделий из них; экспериментально-клиническое исследование и применение новых материалов и изделий.

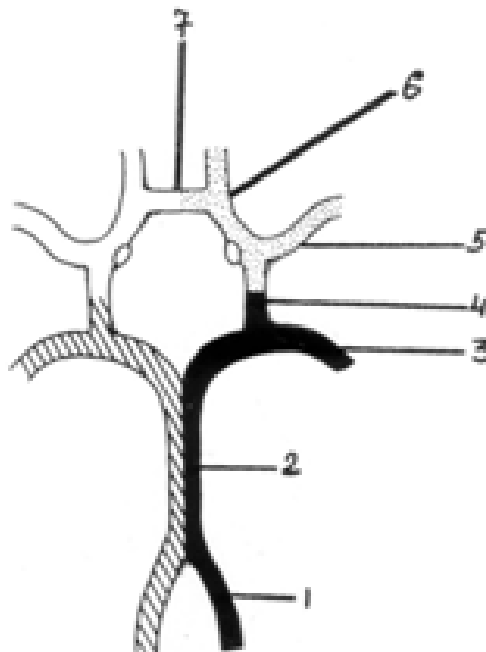
Круг материалов, используемых в медицине, весьма широк и включает материалы природного и искусственного происхождения, среди которых – металлы, керамики, синтетические и естественные полимеры, различные композиты. Материалы, предназначенные для контакта со средой живого организма и используемые для изготовления медицинских изделий и устройств, получили название «биоматериалы». Несмотря на значительные успехи, достигнутые в биоматериаловедении к настоящему моменту, такие материалы все еще остродефицитны, и пока не удалось создать субстанции, полностью совместимые с живым организмом. Одно из основных требований, предъявляемых к материалам медицинского назначения – их биологическая совместимость с живым организмом.

1 Нейрохирургия

1. Нейрохирургия – это:

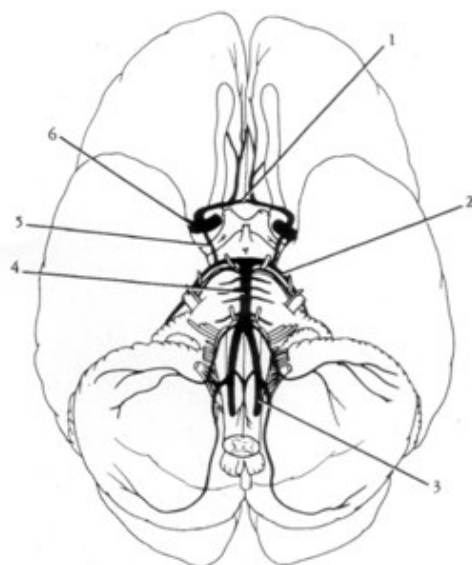
- а) совокупность наук, изучающих нервную систему и её деятельность;
- б) раздел медицины, занимающийся заболеваниями нервной системы и лечением их хирургическим путём;
- в) отрасль медицины, занимающаяся оперативными методами лечения;
- г) область медицины, занимающаяся заболеваниями позвоночника.

2. Запишите названия артерий, обозначенных на рисунке:



- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____

3. Запишите названия артерий, обозначенных на рисунке:



1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5) _____

6) _____

4. Дайте определение инсульта:

5. Дайте определение ишемического инсульта:

6. Приведите классификацию ишемического инсульта (по патогенетическому принципу):

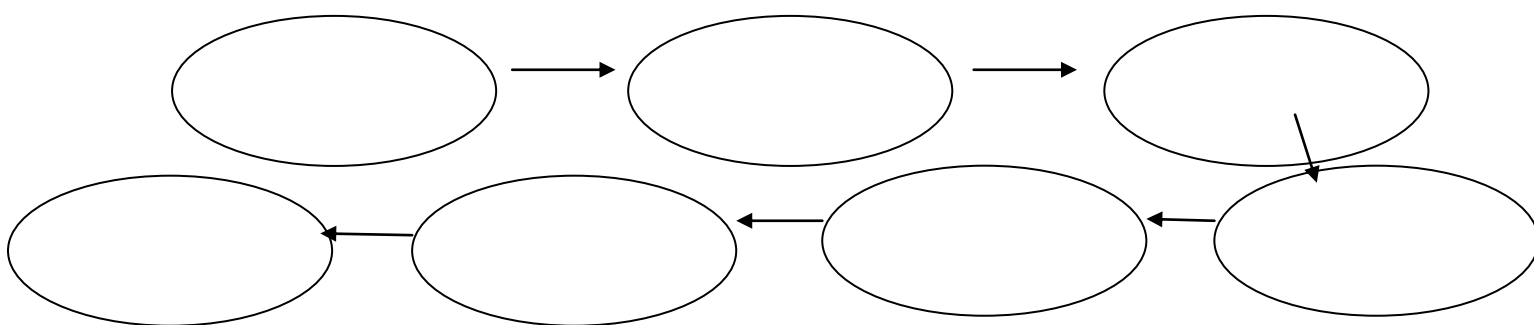
а) _____

б) _____

в) _____

г) _____

7. Заполните схему этапов нейрохирургического вмешательства:



8. Указать систему жёсткой фиксации головы:



а)



б)



в)



г)

9. Для чего применяется хирургический воск?

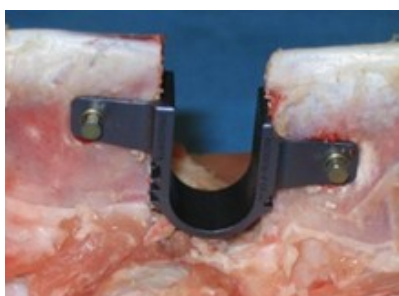
10. Какие материалы используются для имплантации в нейрохирургии позвоночника?

11. Благодаря каким свойствам именно титановым имплантам отдаётся предпочтение?

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

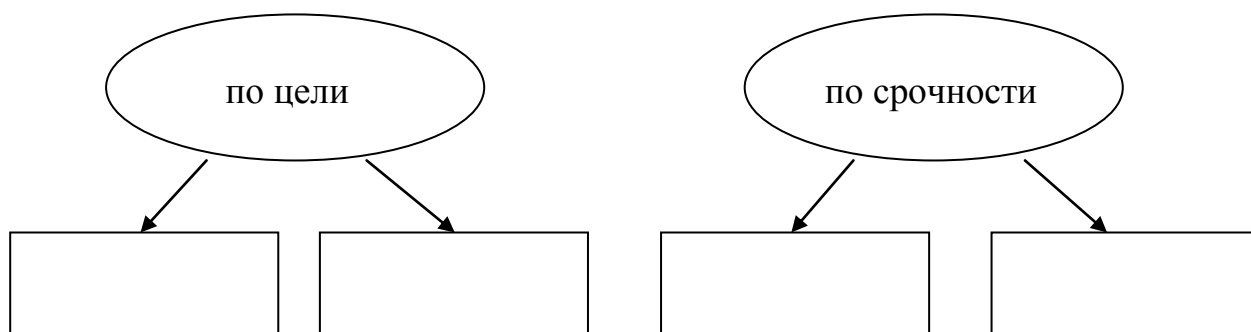


12. Что такое кофлекс?



13. Приведите классификацию подвижных имплантов:

14. Заполните таблицу (виды нейрохирургических вмешательств):



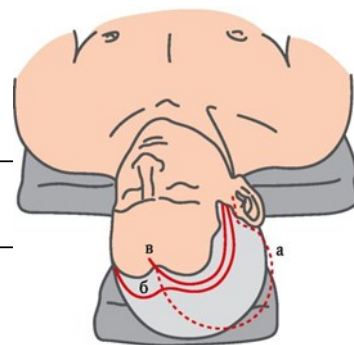
15. Перечислите основные отличия ламинэктомии от ламинотомии?

16. Основные виды разреза кожи при нейрохирургических вмешательствах:

1) Дать определение линейного разреза кожи

2) Дать определение кранигеотомический разрез кожи

3) Определить отличия.



17. Дополните схему:

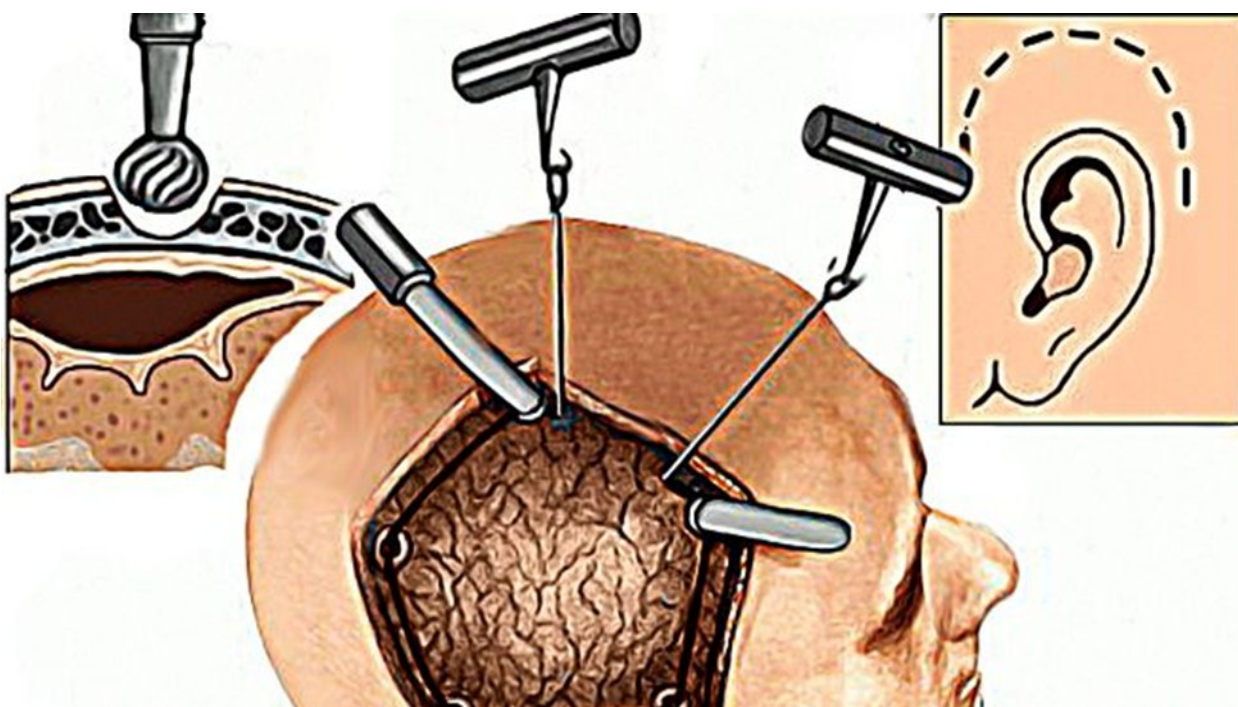


18. Что такое пневмоэнцефалография?

19. *Расширьте технику проведения миелографии. В каких случаях она применяется?*

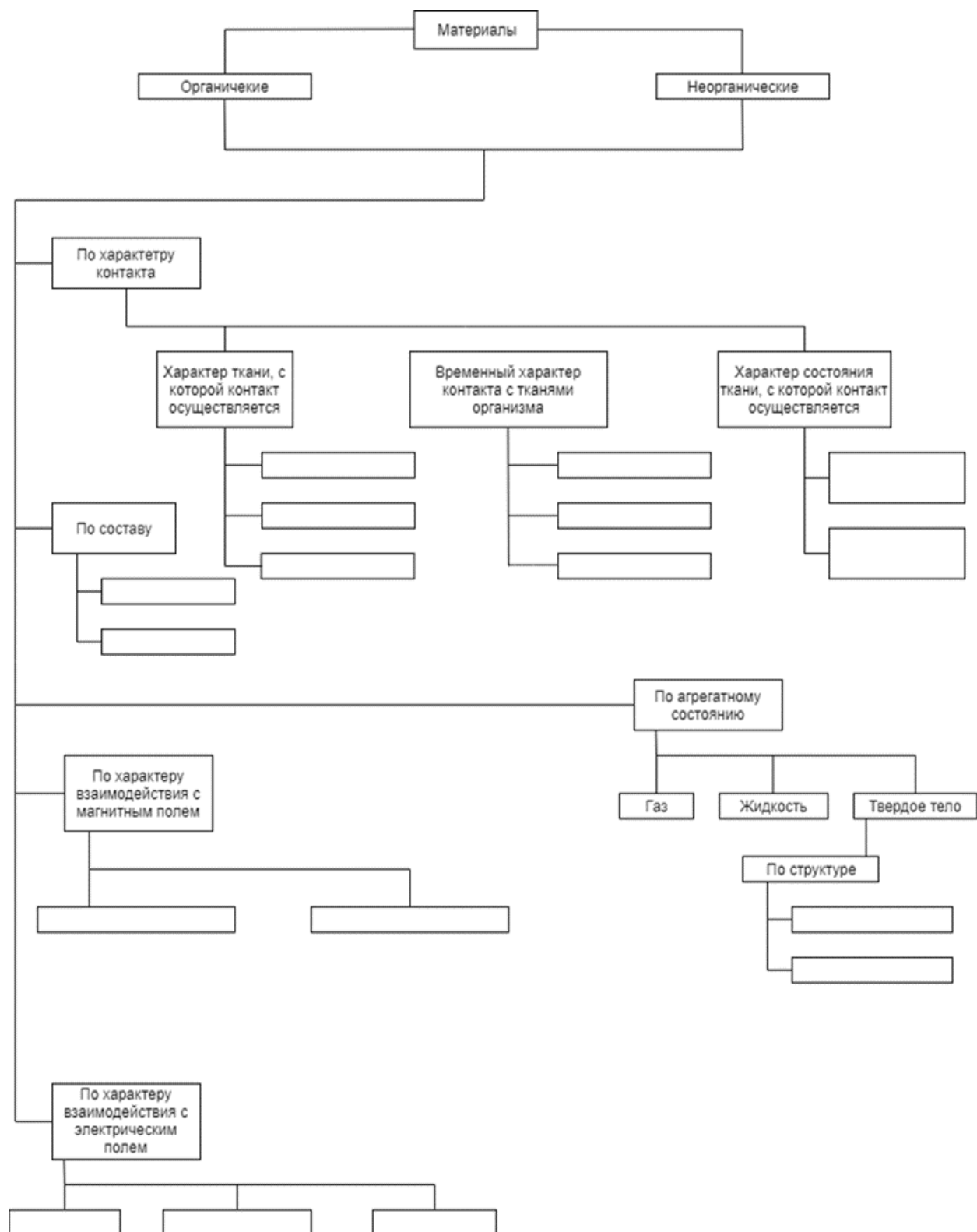


20. *Назовите основные отличия костно-пластической трепанации черепа от резекционной.*



1.1 Импланты в вертеброхирургии

1. Заполните таблицу:



2. Основные функции позвоночника:

3. Вертеброневрология как наука. Дать определение.

4. На ком или на чем испытывали первые позвоночные импланты?

5. Дайте определение позвоночных имплантов.

6. Из каких основных материалов изготавливаются позвоночные импланты?

7. Перечислите основные виды конструкций позвоночных имплантов.

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5) _____

8. Перечислите главные преимущества титановых имплантов.

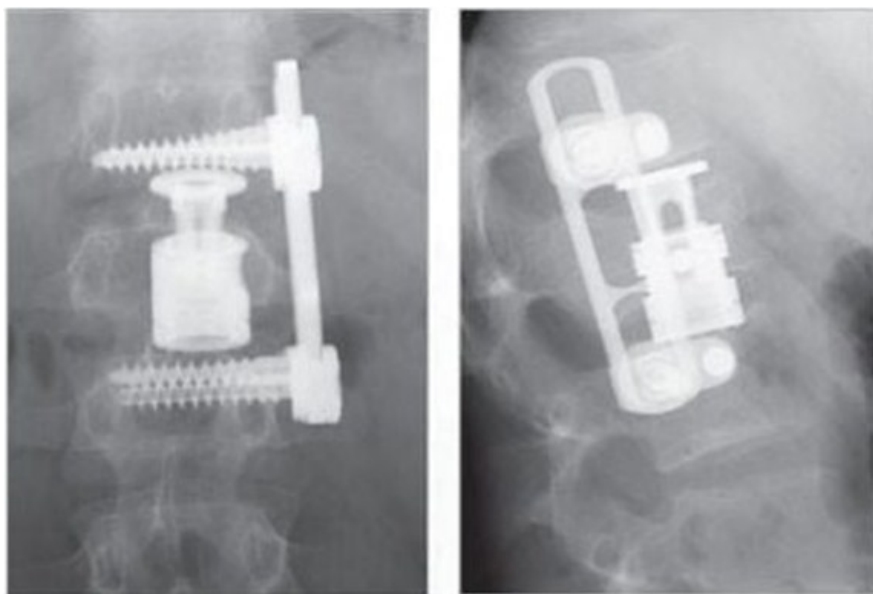
1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

9. Дайте полное название импланта, изображенного на рентгеновского снимке. В каком отделе позвоночника, его устанавливают?



10. К каким последствиям могут привести отклонение совместимости импланта и ошибки в составлении программы реабилитации после операции?

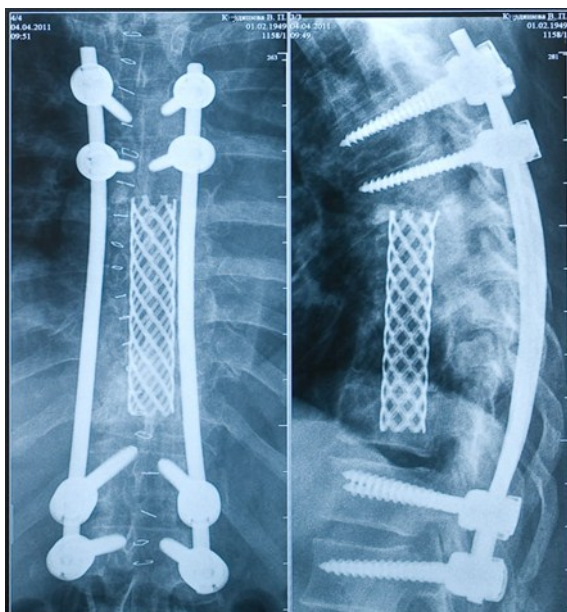
11. При каких дефектах позвоночника устанавливается имплант “Coflex”?

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

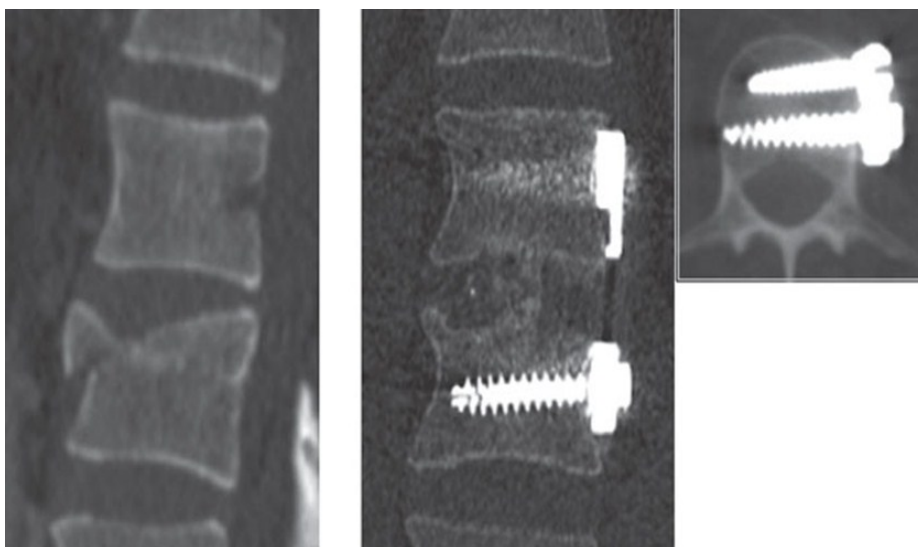
12. Какое главное достоинство импланта “Diam”, в отличие от других позвоночных имплантов?

13. Можно ли второй раз ставить новый имплант после выхода из строя предыдущего?

14. На снимке представлен титановый контейнер “Mesh” с опорной пластиной. С какой целью он вводится в позвоночник и каково его содержимое?



15. На снимках показан клинический случай неполного взрывного перелома позвонка и лечения перелома посредством импланта. Какую функцию выполняет имплант в данном случае?



16. Перечислите основные требования, предъявляемые к имплантам.

17. С помощью чего изготавливают костный цемент?

18. Опишите биохимический состав межпозвоночного диска.

19. Чем грозит снижение высоты межпозвоночных дисков?

20. Перечислите пять стадий смещения шейных позвонков.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

2 Челюстно-лицевая хирургия

1. Что изучает раздел клинической медицины под названием «челюстно-лицевая хирургия»?

2. Заполните схему (функции черепа человека).



3. Разделите кости лицевого черепа на парные и непарные.

Решетчатая кость; сошник; подъязычная кость; верхняя челюсть; носовая кость; резцовая; слезная; скуловая; крыловидная; небная кость; нижняя челюсть; носовые раковины.

Парные	Непарные

4. Профессор Склифосовский впервые в мире применил местное обезболивание при операциях на лице. На основе чего был сделан раствор?

- 1) новокаин;
- 2) раствор героина;
- 3) лидокаин;
- 4) раствор кокаина.

5. В II-III веках А. Авиценна при репозиций отломков челюстей много внимания уделял правильной окклюзии, устанавливаемой вдоль зубного ряда. Каким материалом, в случае необходимости, он связывал зубы?



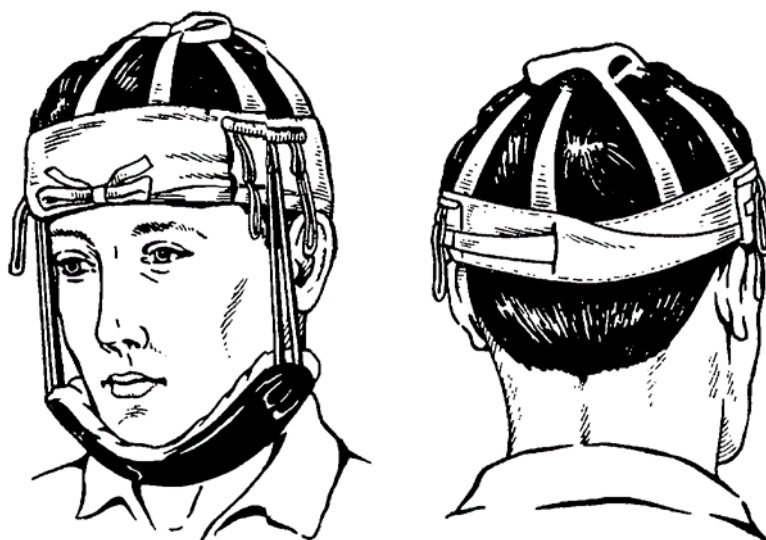
- 1) латунной лигатурой;
- 2) вольфрамовой ниткой;
- 3) золотой лигатурой;
- 4) медной проволокой.

6. Благодаря кому был сделан ранец с хирургическими инструментами, куда входил зубной ключ, аппарат для фиксации переломов нижней челюсти, Т-образная головная повязка, повязка лицевая, носовая и другие предметы?

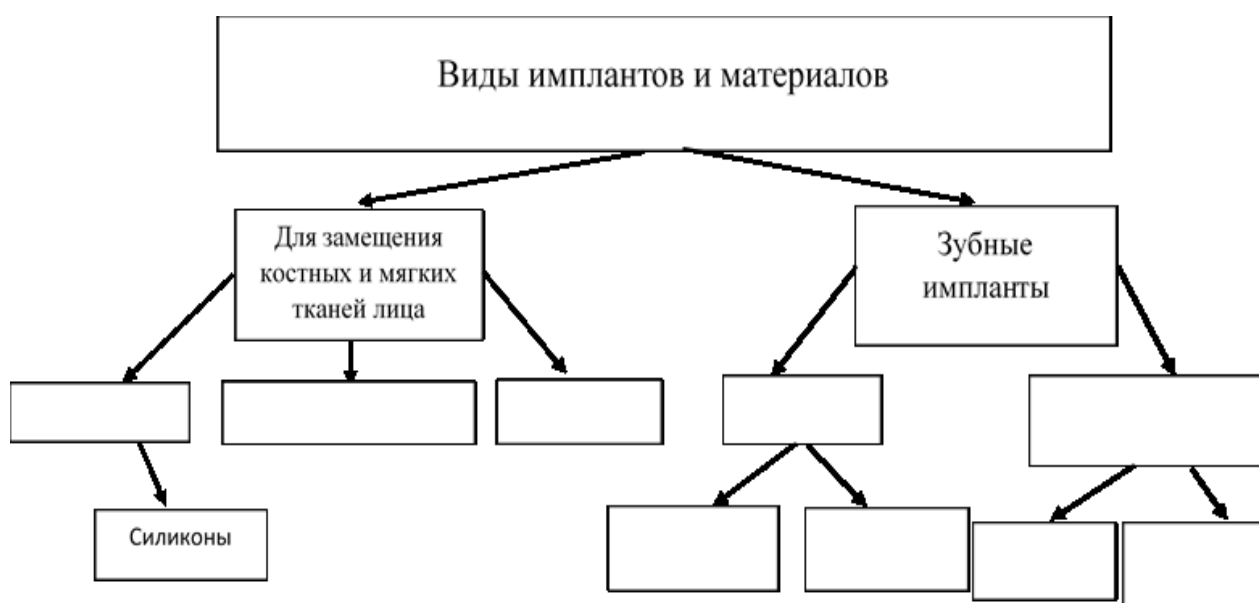


- 1) Николай Иванович Пирогов.
- 2) Григорий Антонович Захарьин.
- 3) Сергей Сергеевич Юдин.
- 4) Сергей Петрович Боткин.

7. На данном рисунке изображена подбородочно-теменная повязка, для чего это применяется и по настоящее время?

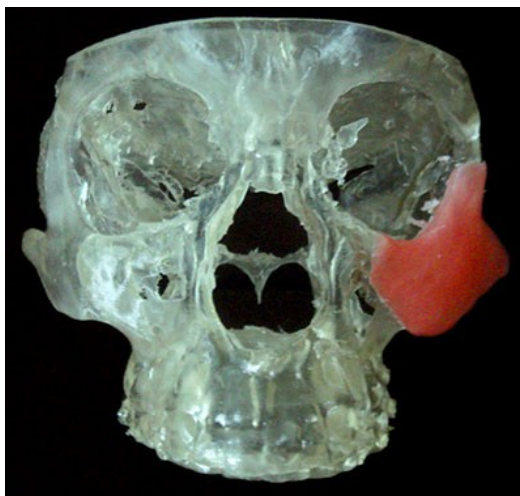


8. Заполните схему классификации материалов и изделий для восстановительных хирургий лица и зубочелюстной системы.



9. Сопоставьте рисунки имплантов с их названиями.

1



2



3



3D имплант с керамическим покрытием	Силиконовый имплант	Металлический имплант

10. Что такое имплант?

11. В каких размерах применяется гидроксиапатитный цемент в чистом виде?

12. Перечислите достоинства и недостатки имплантов из гидроксиапатита.

13. Из какого материала обычно изготавливают металлические импланты в черепно-лицевой хирургии. Почему выбирают именно этот тип материала?

14. Какие компоненты используют для изготовления композитных биоматериалов, используемых в черепно-лицевой хирургии?

15. Какой материал наиболее известный из современных биоматериалов. Назовите источники получения этого материала?

16. Заполните таблицу.

Силиконовые импланты		Керамические импланты	
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки

17. Требования к имплантам в черепно-лицевой хирургии?

18. Запишите основные характерные особенности биоинертных и биоактивных материалов.

Биоинертные материалы	Биоактивные материалы

19. Перечислите противопоказания для имплантации в челюстно-лицевой хирургии.

20. В каком возрасте рациональнее всего устранять дефекты век?

2.1 Материалы в стоматологии

1. Приведите определения следующих терминов:

1.	Стоматология	
2.	Временная пломба	
3.	Дентин-паста	
4.	Лечебная прокладка	
5.	Стоматологический цемент	
6.	Амальгама	
7.	Полимеры	
8.	Композиционные материалы	

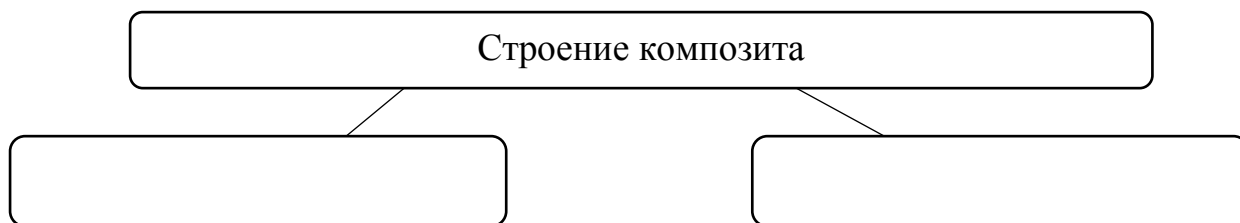
2. Заполните схему видов пломбировочного материала.



3. Какой из цемента, применяемых в стоматологии, был одним из первых?

- 1) цинк-фосфатный;
- 2) стеклоиономерный;
- 3) силикофосфатные;
- 4) поликарбоксилатные.

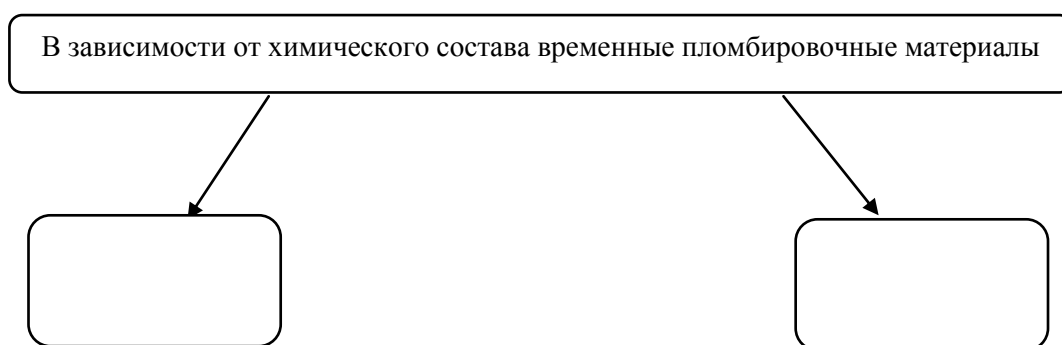
4. Заполните схему.



5. Какую роль выполняет ингибитор полимеризации?

- 1) увеличивает время работы с материалом;
- 2) запускает полимеризацию;
- 3) для улучшения процесса полимеризации;
- 4) для улучшения цветостабильности.

6. Заполните схему.



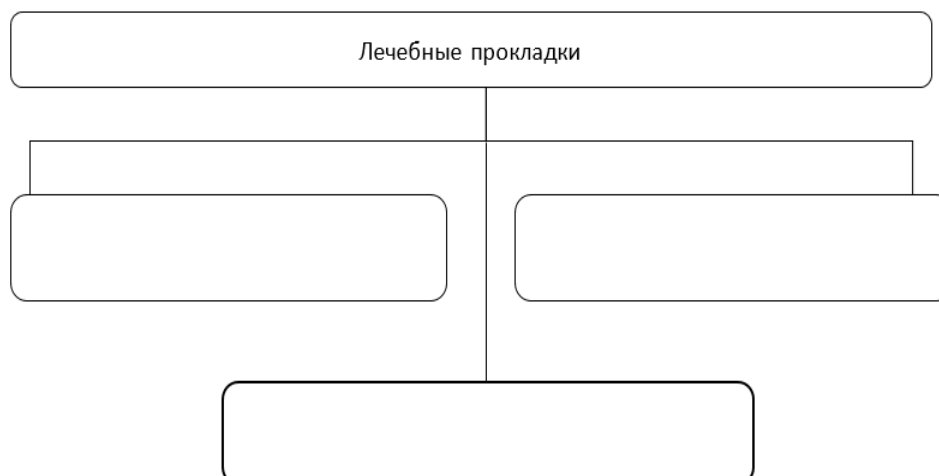
7. Запишите состав водного дентина.

66% _____

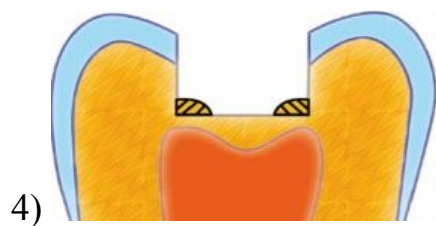
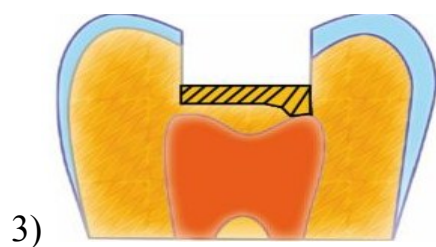
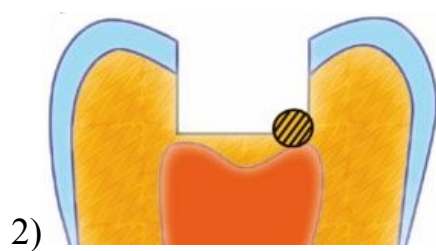
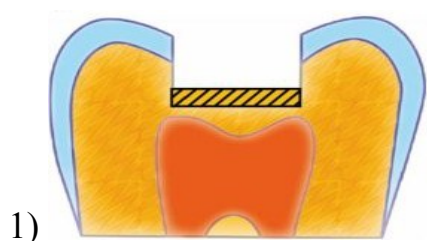
24% _____

10% _____

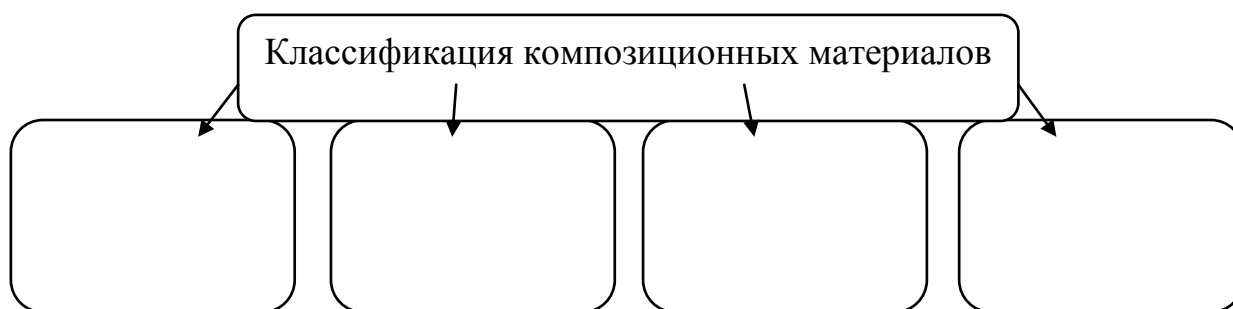
8. Заполните виды лечебных стоматологических прокладок, применяемых в стоматологии.



9. Отметьте рисунок, на котором показана лечебная стоматологическая прокладка, наложенная точечно.



10. Заполните таблицу «классификация композиционных материалов».

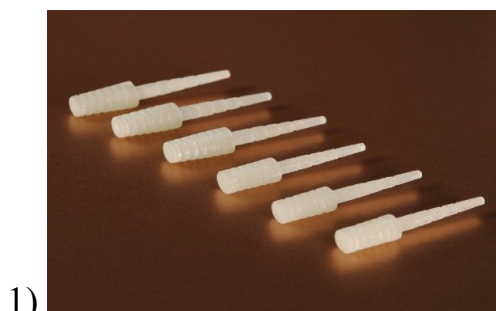


11. Установить соответствие между термином и его значением.

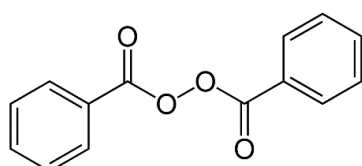
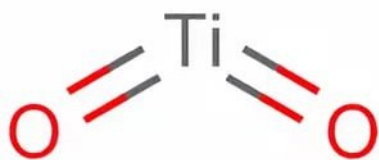
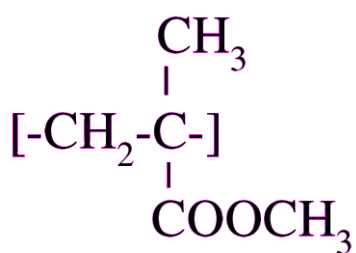
1. Прочность	А. это свойство металлов и сплавов деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения их действия (т.е. пластичность - свойство, обратное упругости).
2. Упругость, или эластичность	В. это способность металлов и сплавов без разрушения сопротивляться действию внешних сил, вызывающих деформацию
3. Пластичность	С. называется изменение размеров и формы тела под действием приложенных к нему сил.
4. Деформацией	Д. способность металлов и сплавов восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших изменение его формы
5. Твердость	Е. это способность расплавленного металла заполнять форму
6. Текучесть	Ф. характеризует свойства металла противостоять пластической деформации при проникновении в него другого твердого металла

1	2	3	4	5	6

12. Отметьте стекловолоконный штифт.



13. Дайте название составной части порошка в полимерных материалах.



14. Укажите правильный состав стеклоиономерных цементав.

- 1) сплавление оксида кремния и алюминия во фторидном флюсе;
- 2) комбинация порошков цинк-фосфатного и силикатного цементав;
- 3) тонко измельченное стекло, состоящее из алюмосиликатов и фтористых солей;
- 4) окись цинка с небольшими добавками оксидов кремния, магния, висмута.

15. Назовите формы имплантов.



16. Перечислите требования, предъявляемые к имплантам:

17. Из какого материала изготовлены зубные имплантаты, изображенные на рисунке ниже?



18. В зависимости от материала, применяемого при изготовлении, можно выделить следующие виды имплантов:

1) _____

2) _____

3) _____

19. Установите соответствие между термином и его значением.

1. имплантат	А. обычно служит опорой для временной протезной конструкции и подлежит удалению в момент постоянного протезирования
2. временный имплантат	В. непосредственно вживляемая в кость часть конструкции
3. абатмент	С. надстройка на имплантат, собирательное название для всех видов абатментов и формирователей десны
4. супраструктура	Д. прикрепляемая к имплантату часть конструкции, служит опорой для будущей коронки или протеза

1	2	3	4

3 Пластическая хирургия. Нобелевские лауреаты в области медицины

1. Дайте определение пластической хирургии.

2. Виды пластической хирургии:

1) _____

2) _____

3. Дайте определение понятию маммопластика.

4. Блефаропластика – это...



5. Заполните таблицу «разновидности пластики молочных желез».

Вид	Особенности

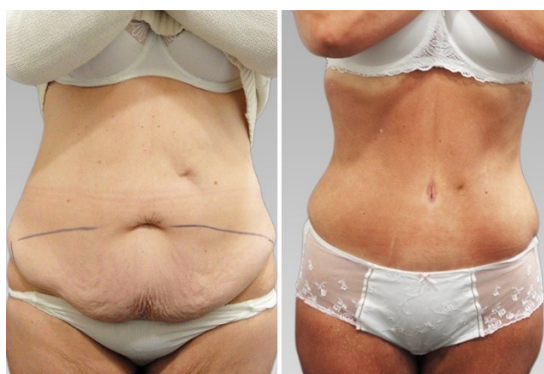
6. Основными показаниями к проведению пластики век являются:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

7. Липосакция – это...

- 1) изменения разреза глаз и формы век;
- 2) удаление жировых отложений;
- 3) устранение дефектов, исправление формы носа.

8. Укажите основные виды липосакции.



- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

9. Ринопластика – это...



10. Какие трансплантаты используются для коррекции спинки носа при проведении ринопластики?

11. В каких случаях используются костные трансплантаты при проведении ринопластики?

12. Отопластика – это...



13. Хейлопластика – это...



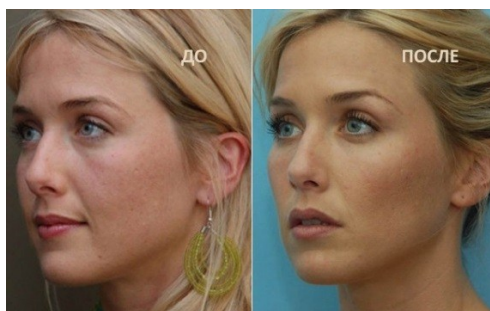
14. Перечислите разновидности методик в хирургической хейлопластике.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____
- 8) _____

15. Ментопластика – это...



16. Малярпластика – это...



17. Платизмопластика – это...



18. Абдоминопластика – это...



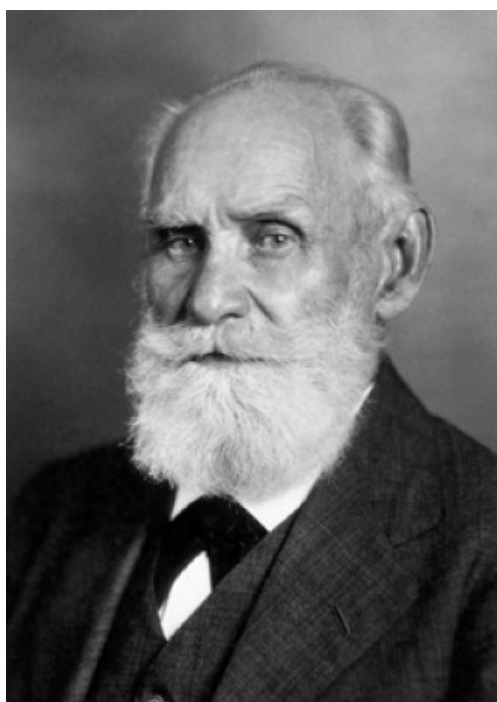
19. Брахиопластика – это...



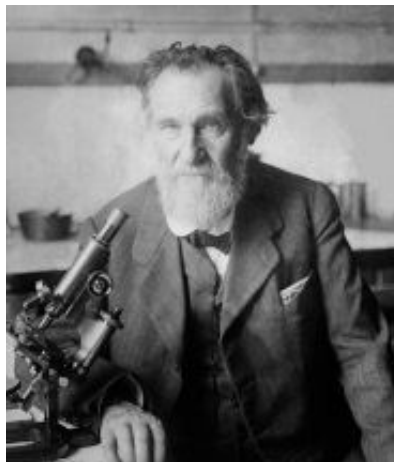
Antes

Depois

20. Нобелевский лауреат в медицине в области физиологии и психологии.
Назовите его. Перечислите основные заслуги.



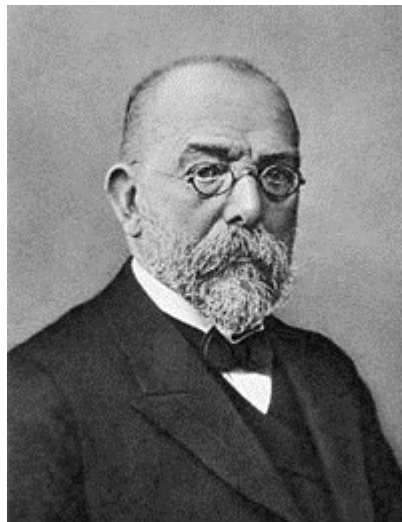
21. *Илья Ильич Мечников и его вклад в науку в области эмбриологии, иммунологии и бактериологии:*



22. *Нобелевский лауреат в области физиологии и медицины. Назовите его. Перечислите основные заслуги.*



23. Роберт Кох и его вклад в борьбе с инфекционными заболеваниями такими как: туберкулез, холера, сибирская язва, брюшной тиф.



4 Клеточные технологии и тканевая инженерия

1. Дайте определение следующим понятиям:

Первичные клетки – _____

Стволовые клетки – _____

«Взрослые» стволовые клетки – _____

Эмбриональные стволовые клетки – _____

2. Заполнить таблицу сравнения клеток (эмбриональных стволовых и «взрослых»):

	Эмбриональные стволовые клетки	Взрослые стволовые клетки
Деление		
Стабильность		
Доступность		
Трехмерные взаимодействия		
Восстановление		

3. Укажите изображения с первичной клеткой и со стволовой клеткой.



4. Дайте определение и укажите цель тканевой инженерии.

5. Перечислите характеристики, присущие живым тканям.

6. Укажите цифрами правильный порядок этапов создания искусственных органов:

- 1) отбор и культивирование собственного (донорского) клеточного материала;
- 2) разработка матрицы;
- 3) нанесение культуры клеток на матрицу и размножение клеток;
- 4) внедрение графта в область пораженного органа;

7. Установите соответствие между приемами и методами биотехнологии. Для этого к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца.

ПРИЕМЫ	МЕТОДЫ
А) работа с каллусной тканью	1) Клеточная инженерия
Б) введение плазмид в бактериальные клетки	2) Генная инженерия
В) гибридизация соматических клеток	
Г) трансплантация ядер клеток	
Д) получение рекомбинантной ДНК и РНК	

А	Б	В	Г	Д

8. Все приведенные ниже термины и приемы, кроме двух, используются для описания методов клеточной инженерии. Определите два термина или приема, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны:

- 1) гетерозис;
- 2) трансплантация ядер клеток;
- 3) межлинейная гибридизация;
- 4) гибридизация соматических клеток;
- 5) выращивание растений из каллусной ткани.

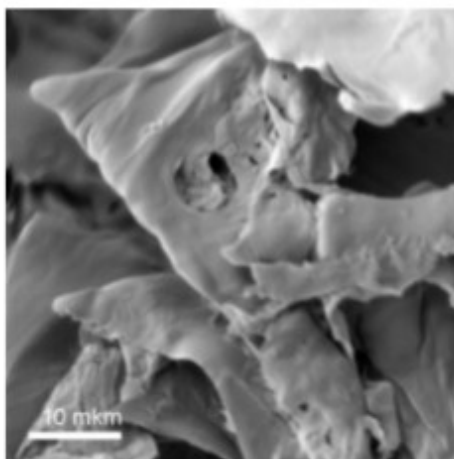
9. Для того чтобы искусственно получать человеческий инсулин методами генной инженерии в промышленных масштабах необходимо...

- 1) ввести ген, отвечающий за синтез инсулина в бактерии, которые начнут синтезировать человеческий инсулин;
- 2) ввести бактериальный инсулин в организм человека;
- 3) искусственно синтезировать инсулин в биохимической лаборатории;
- 4) выращивать культуру клеток поджелудочной железы человека, отвечающей за синтез инсулина.

10. Отметьте материалы, которые используются для создания клеточных матриц.

- 1) биоразрушаемые полимеры;
- 2) металлы;
- 3) керамика;
- 4) биоактивное стекло;
- 5) композиты;

11. Что изображено на рисунке? Выберите правильный вариант ответа.



- 1) антитела;
- 2) матрикс;
- 3) ядро;
- 4) митохондрии.

12. На какие классы делят биосовместимые материалы для матрикса клетки?

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____

13. Назовите оборудования, применяемые для культивирования клеток из тканей человека.





14. Заполните схему (методы культивирования клеток в жидкой среде):



15. Производством лекарств, гормонов и других биологических веществ занимается такое направление, как:

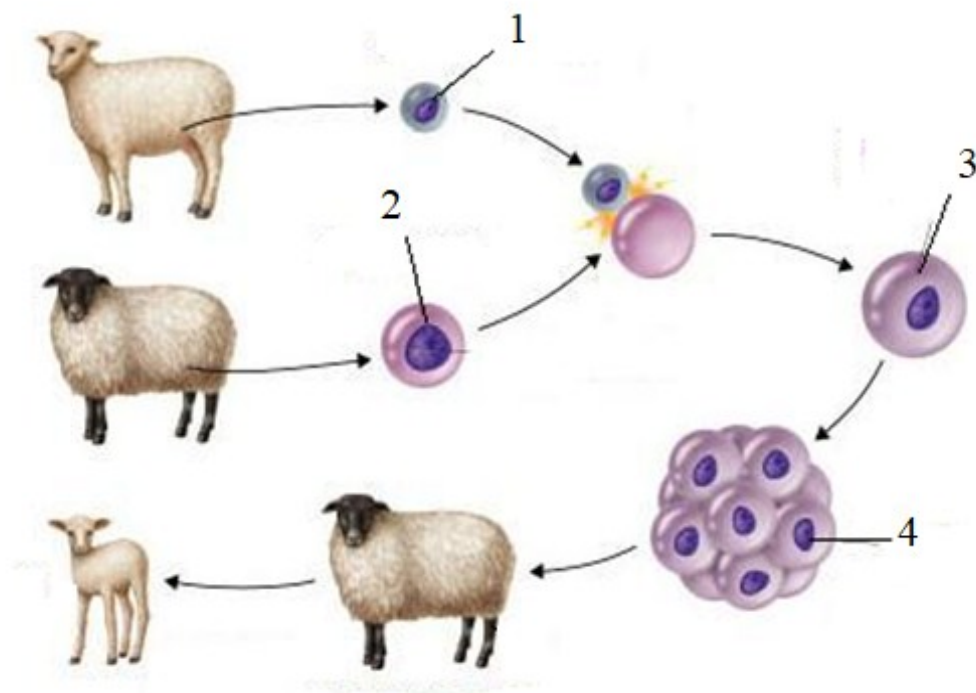
- 1) Генная инженерия;
- 2) Биотехнологическое производство;
- 3) Сельскохозяйственная промышленность;
- 4) Агрономия.

16. Где в медицине применяют клеточные технологии?

17. Что относится к новейшим клеточным технологиям?

18. Клонирование – это...

19. Что изображено под цифрами 1, 2, 3, 4?



1) _____

2) _____

3) _____

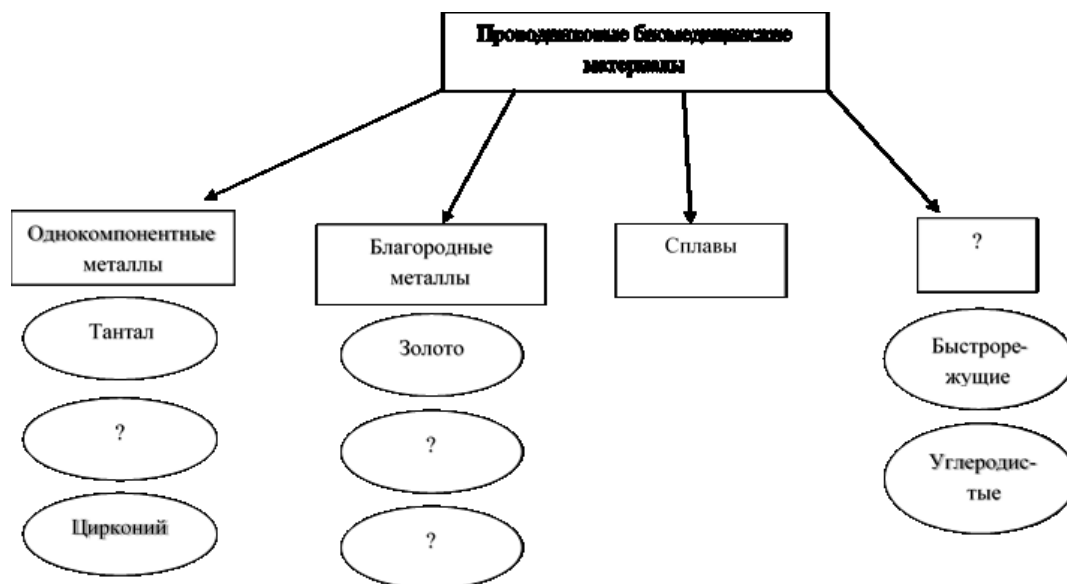
4) _____

20. Какова практическая значимость клонирования, и какие проблемы оно позволяет решить?

5 Основные группы материалов в медицине

5.1 Металлы и композиты в медицине

1. Заполните недостающие элементы таблицы.



2. Установите соответствие между терминами и их определениями.

Термин	Определение
1. Прочность	1. Свойство материала сопротивляться внедрению в него более твердого материала.
2. Твёрдость	2. Свойства материала или сплава восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки.
3. Упругость	3. Способность металла или сплава воспринимать действующие нагрузки не разрушаясь.
4. Вязкость	4. Способность изменять форму под действием внешних сил, не разрушаясь.
5. Пластичность	5. Свойства тел поглощать энергию при ударе.
6. Ковкость	6. Свойства металла в расплавленном состоянии хорошо заполнять литейную форму и получать плотные отливки.
7. Жидкотекучесть	7. Свойства металла или сплава получать новую форму под действием динамических нагрузок.
8. Свариваемость	8. Свойства металла или сплава подвергаться обработке резанием различными инструментами.
9. Обрабатываемость резанием	9. Свойства металлов соединяться в пластичном или расплавленном состоянии.
10. Коррозионная стойкость	10. Свойства металлов и сплавов противостоять коррозии.

Термин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Определение										

3. Перечислите существующие требования к материалам и сплавам медицинского назначения?

4. Запишите металлы, изображенные на картинках.

1



2



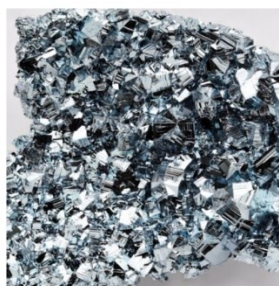
3



4



5



1) _____

4) _____

2) _____

5) _____

3) _____

5. Назовите отрасли медицины, в которых используются металлы из задания 4.

6. Из каких металлов состоит сплав Нитинол? Каким особым свойством обладает этот сплав? В каких областях медицины применяются такие сплавы?

Нитинол – это сплав _____ с _____.

Он обладает _____
_____.

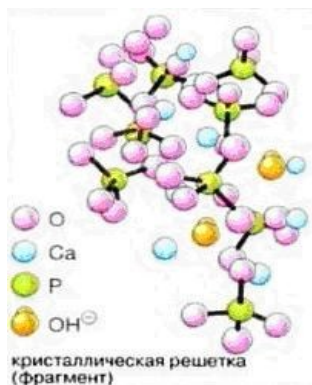
Применение
1)
2)
3)

7. Какие материалы называются композитами? Для чего их создают?

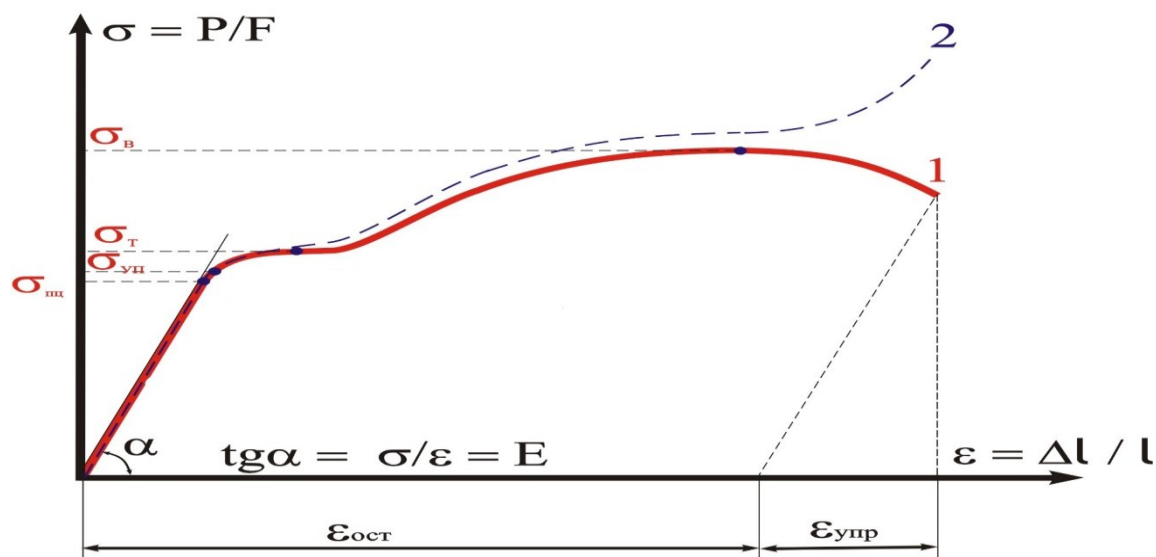
8. Заполните недостающие слова в тексте.

По типу матриц композиционные материалы разделяются на 3 класса. Самые распространенные – _____ композиционные материалы, которые получают в автоклавах путем пропитки волокон смолами с последующей полимеризацией. Однако эти композиционные материалы недостаточно жаропрочны, поэтому при повышенных температурах используются _____ композиционные материалы, а при очень высоких – _____.

9. Ниже изображен фрагмент трёхмерной модели естественного композита нашего организма. Как называется этот композит? Основой чего он является?



10. Ниже изображен график упругости (график модуля Юнга). Укажите по графику пределы прочности, текучести, упругости и пропорциональности.



σ_B - _____

σ_T - _____

$\sigma_{уп}$ - _____

$\sigma_{пп}$ - _____

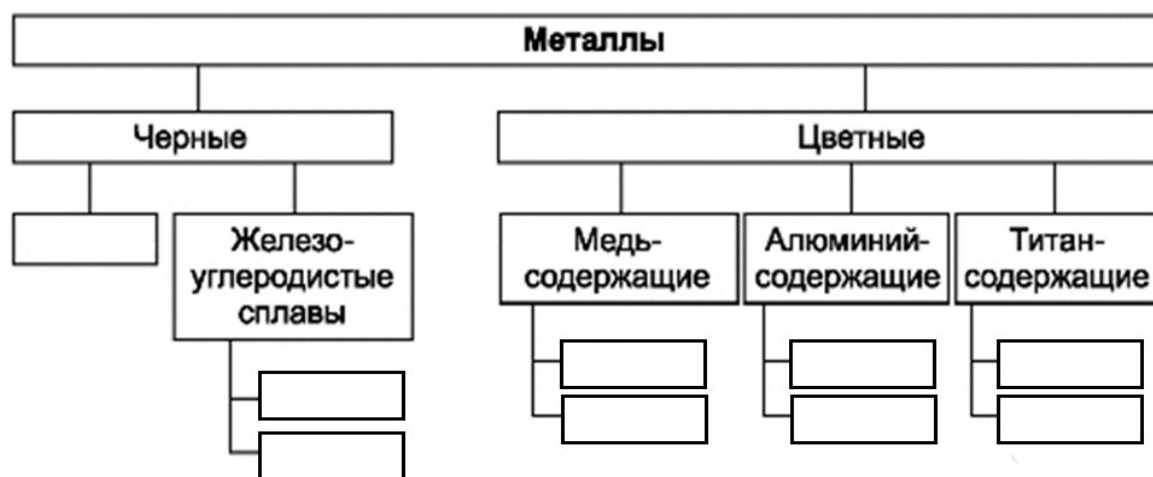
11. Дайте следующие определения:

Руда – _____

Металл – _____

Сплав – _____

12. Заполните таблицу “Классификация цветных металлов и сплавов”.



13. Стали классифицируются по признакам:

по химическому составу:

1) _____

2) _____

по назначению:

1) _____

2) _____

3) _____

14. В каких отраслях медицины применяют композиты?

Отрасли медицины
1)
2)
3)
4)
5)
6)

15. Используя материалы для справок, заполните пропуски в следующем тексте.

Элемент, входящий в состав сплава, называется _____.
Преобладающий в сплаве _____ называется _____.
_____, вводимый в сплав для придания нужных свойств,
называется _____. Совокупность элементов сплава называется _____.

Материалы для справок: Компонент; Основным; Легирующим; Системой.

16. Дайте подробную характеристику основным методам получения сплавов:

1) _____

2) _____

17. Назовите медицинские инструменты, при создании которых используют металлы и/или сплавы, и области медицины, в которых их применяют.

1



2



3



4



5



Инструмент	Область медицины
1)	1)
2)	2)
3)	3)
4)	4)
5)	5)

18. Дайте характеристику композитам.

- 1) Стеклопластики А. представлены в многообразии вариантов, что открывает большие возможности по их использованию в разных сферах, начиная от стоматологии и заканчивая производством авиационной техники.
- 2) Органопластики Б. для армирования этих композиционных материалов используются стеклянные волокна, сформованные из расплавленного неорганического стекла. Изначально они использовались при производстве антенных обтекателей в виде куполообразных конструкций.
- 3) Углепластики В. свойства композитных материалов на основе полимеров дают возможность использовать их в самых разных сферах. В них в качестве наполнителя используются углеродные волокна, получаемые из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, пеков.
- 4) Боропластик Г. Это многокомпонентные материалы, в основе которых лежат борные волокна, введенные в термореактивную полимерную матрицу. Сами волокна представлены монопитами, жгутами, которые оплетаются вспомогательной стеклянной нитью.
- 5) Полимерные композиты. Д. в этих композитах в качестве наполнителей выступают в основном синтетические волокна – жгуты, нити, ткани, бумага. Среди особенных свойств этих полимеров можно отметить низкую плотность, легкость по сравнению со стекло- и углепластиковыми, высокую прочность при растяжении и высокое сопротивление ударам и динамическим нагрузкам.

Композит	1	2	3	4	5
Характеристика					

5.2 Полимеры в медицине

1. Полимер – это...

2. Распределить по группам:

Наименование полимерного материала	Области применения в медицине
Полиэтилен высокой плотности (ПВД)	
Полиэтилен низкой плотности (ПНД)	
Полиамиды	
Поликарбонат	
Фторопласт-4	
Пластикат	
Полистирол	
Ацетобутиратцеллюлозный и ацетилцеллюлозный этролы	
Полипропилен нестабилизированный	

- 1) детали медицинских приборов и инструментов, предметы ухода за больными, лабораторное оборудование, футляры-стерилизаторы, пробирки, пипетки и др.;
- 2) детали медицинских приборов и инструментов, воронки, трубки, оправы очков;
- 3) эластичные медицинские инструменты- катетеры, бужи пищеводные, трахеотомические трубки, системы для взятия и переливания крови, клеенка;
- 4) мягкие емкости различного назначения, соединительные трубки, шприц-тюбики, протезно-ортопедические изделия, бачки для гамма-глобулина;
- 5) протезно-ортопедические изделия;
- 6) детали медицинских приборов и аппаратов;
- 7) медицинские инструменты и их детали, зонды катетеры, канюли, емкости различного назначения, лабораторная посуда, предметы ухода за больными;
- 8) оправы корректирующих очков, линзы защитных и солнцезащитных очков;
- 9) шприцы разового использования, чашки Петри, футляры, упаковка для лекарственных препаратов.

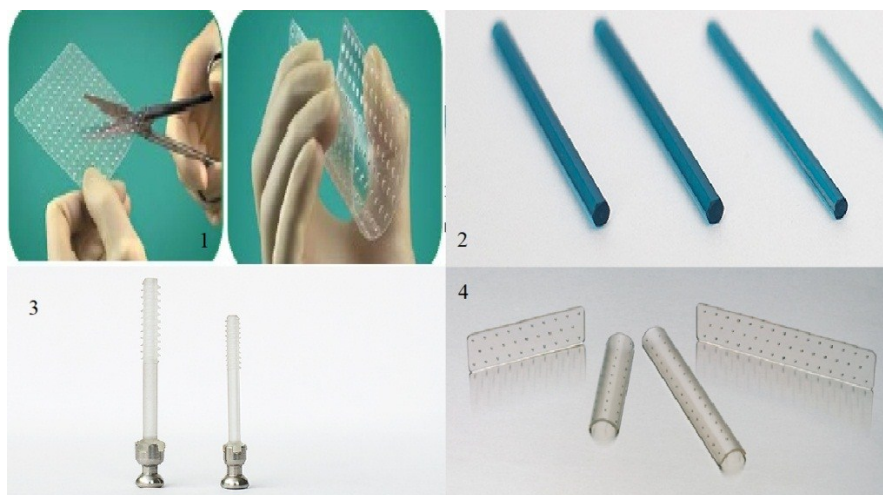
3. Описать свойства термоотверждаемых и термопластичных полимеров.

Термоотверждаемые: _____

Термопластичные: _____

4. Перечислите свойства полиамида.

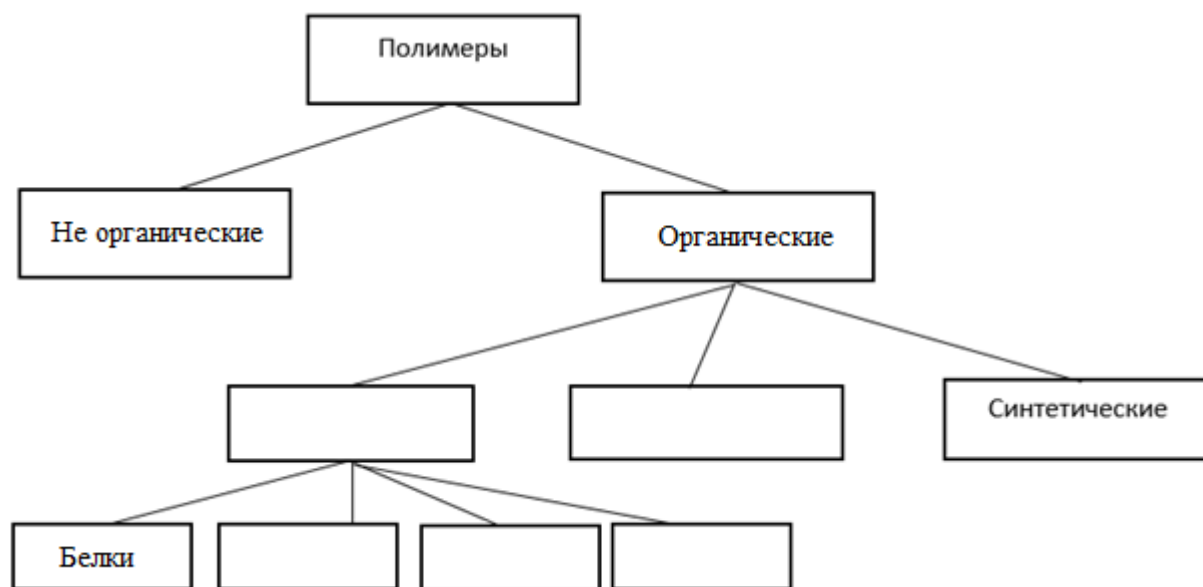
5. Указать в таблице наименования биодеградируемых имплантов.



Винты	Сетки	Пины	Трубки

6. Перечислите требования, предъявляемые к полимерам медицинского назначения.

7. Заполнить схему общей классификации полимеров.



8. Обозначьте область применения полиуретанов.

9. Обозначьте область применения шовного материала пролен.

10. Заполните таблицу.

Полимеры	Имплантант
Поликрилаты, полисилоксаны, полиамиды	
Полиуретаны, полиэтилентерефталат, полисилоксаны	
Полиэтилентерефталат, поливинилхлорид	
Полиэтилен, полипропилен	
Полисилоксаны, поливинилхлорид, полиамиды	
Полиэтилентерефталат, политетрафторэтилен, полипропилен	
Полиакрилаты, полиамиды, полиэтилен, полиуретаны, полипропилен	
Полисилоксаны, полиэтилен (сверхмолекулярный)	
Полиэтилентерефталат, полиамиды	

- а) кости и суставы;
- б) части пищевода;
- в) трахея;
- г) связки и сухожилия;
- д) части легкого, почки и печени;
- е) суставы пальцев рук;
- ж) кровеносные сосуды;
- з) сердце и его части;
- и) части желудочно-кишечного тракта.

11. Соотнесите название полимера к номеру рисунка.

1

2

3



Полипропилен	Латекс	Полиэтилен

12. Перечислите основные требования к полимерам, применяемым для изготовления протезов внутренних органов.

13. Укажите стрелками, к какому полимеру соответствуют данные свойства.

Полиметилакрилат

Полиуретаны

Полимерный гидрогель

Могут использоваться для производства катетеров и трубок общего назначения, оборудования для кроватей, хирургических простыней или салфеток, раневых повязок

Ученые связали этот полимер с лекарственным веществом, способным растворять сгустки крови. Полимер доставляет весь лекарственный раствор в точку воспаления.

В медицине полимер применяется в виде эмульсии при создании зубных протезов, а также для производства многих медицинских приборов и инструментов.

14. Перечислите критерии выбора полимера для изделий медицинского назначения.

15. Биodeградируемый имплант – это ...

16. В каком из ниже перечисленных имплантатов не используются биodeградируемые полимеры?

- 1) пластины;
- 2) зубы;
- 3) винты;
- 4) пины;
- 5) сетки.

17. Опишите роль полимеров в фармакологии.

18. Дайте определение: лекарства пролонгированного действия.

19. Опишите свойства биоинертных и биоассимилируемых полимеров.

Биоинертные	Биоассимилируемые

20. Какая функция полимера кровозаменителя лишняя?

- 1) заполнение кровяного русла, обеспечивающее поддержание постоянного давления в нем;
- 2) удаление из организма токсичных веществ различного происхождения;
- 3) перенос питательных энергетических веществ;
- 4) противомикробное действие широкого спектра воздействия.

21. На рисунке изображён поливиниловый спирт. Дайте описание его свойствам.



5.3 Керамика в медицине

1. Биокерамика – это...

2. Заполните таблицу.

Свойство керамики	Определение
Прочность	
	Свойство материала разрушаться без образования заметных остаточных деформаций.

3. Назовите области медицины, в которых применяются материалы на основе биокерамики?



а)



б)

а) _____

б) _____

4. Выберите верные суждения о керамике.

- 1) Керамика окисляется и неустойчива в более высокой температурной области.
- 2) Компонентами современной керамики являются оксиды алюминия, циркония, кремния.
- 3) Модуль упругости керамики гораздо меньше модуля упругости металлов.

Ответ: _____

5. Установите соответствие между материалами.

1) Керамика

2) Полимер

А) Металлокерамика

Б) Углепластики

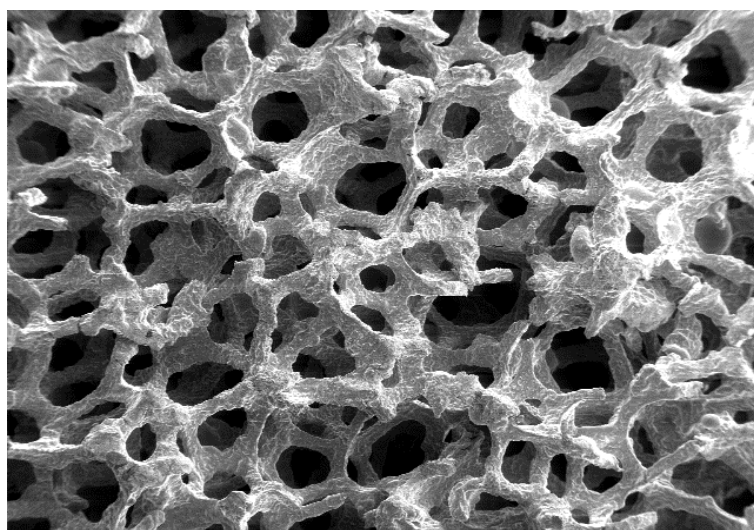
В) Полиэтилен

Г) Корундовая керамика

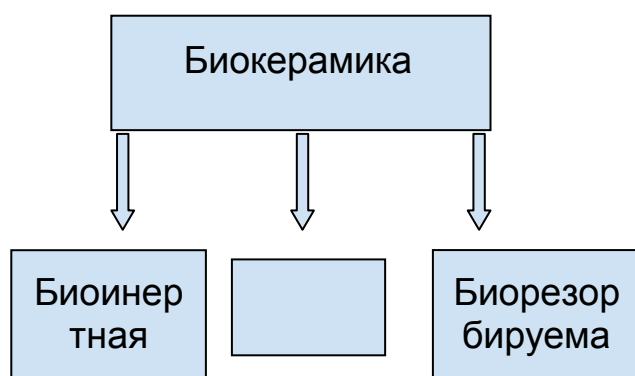
А	Б	В	Г

6. Перечислите несколько отличительных признаков биокерамики от металлов.

7. Какой метод исследования керамических материалов представлен на рисунке?



8. Дополните схему



9. Дайте определение следующим понятиям:

Гемосовместимость - _____

Пластичность - _____

Биологическая инертность - _____

10. О каком материале идет речь?

В качестве биоматериала совместно с керамикой используется именно этот материал. В настоящее время используется биологический, полученный из костей крупного рогатого скота.

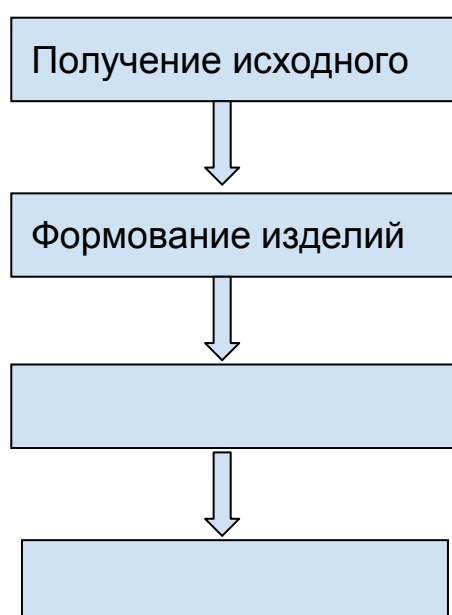


Ответ: _____

11. Вставьте недостающие слова.

Два свойства делают керамику более привлекательной в качестве медицинских материалов. Во-первых, ее химическая инертность, во-вторых, высокая _____ (материал, созданный на основе керамики, способен сопротивляться разрушению)

12. Дополните схему “Получение керамических материалов”



13. К свойствам биокерамики не относится:

- 1) прочность;
- 2) хрупкость;
- 3) биосовместимость;
- 4) пластичность.

14. На каком из представленных ниже рисунков изображен керамический материал?



а)



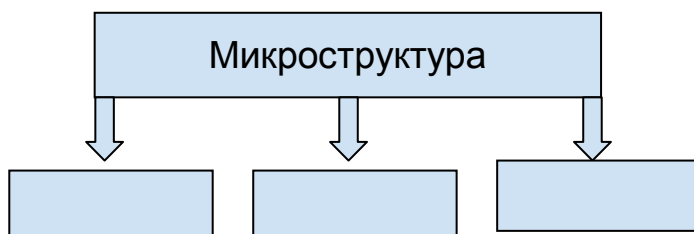
б)



в)

Ответ: _____

15. Заполните схему “Микроструктура керамики”



16. Керамический имплантат какого сустава изображен на рисунке?



Ответ: _____

17. Дайте определение металлокерамики.

18. Напишите краткую характеристику алюминиевой керамики.

19. Перечислите требования, применяемые к керамике медицинского назначения.

20. Почему керамика не пользуется широким применением в медицине? Укажите несколько причин:

6 Хирургические шовные материалы

1. Хирургический шовный материал – это ... _____

2. Перечислите требования, предъявляемые к шовному материалу.

3. Перечислите виды шовного материала по их происхождению.

1) _____

2) _____

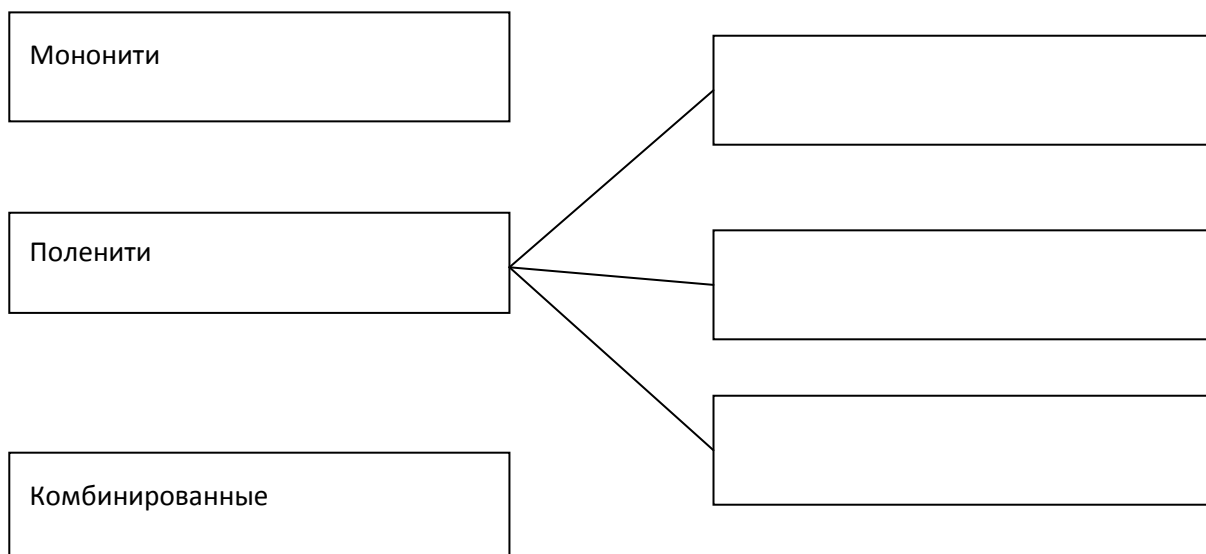
4. Перечислите виды нитей по их структуре.

1) _____

2) _____

3) _____

5. Заполните схему.



6. Подпишите на изображениях структуры нитей и приведите примеры.



7. Соедините стрелочками.

монофиломентные нити

полифиломентные нити

шовный материал имеет гладкую поверхность, легко

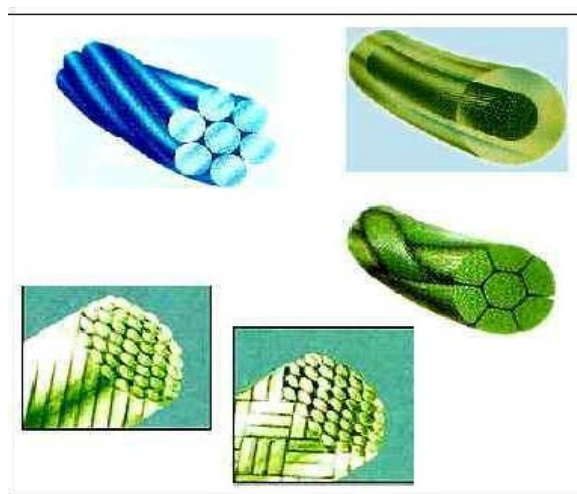
проводятся сквозь ткани, отличается малой гибкостью, что затрудняет

шовный материал удобен в использовании, эластичен

и гибок, однако обладает – «фитильным» и «распиливающим» эффектом.

очень мягкий и пластичный, не имеет «памяти», его можно завязывать тремя узлами. Эта нить не является причиной воспалений, она не прорезает ткани даже при отеке в области раны

8. На каком из данных рисунков изображена монополь, а на каком полинить?



9. Биодеструкция – это...

10. Приведите примеры рассасывающихся нитей.

11. Приведите примеры не рассасывающихся нитей.

12. Какие бывают виды игл по способу соединения их с шовным материалом?

- 1) _____
- 2) _____

13. Перечислите два главных параметра хирургической иглы.

- 1) _____
- 2) _____

14. Прочность иглы – это...

15. Ковкость иглы – это...

16. Из какого материала делают хирургические иглы? Выберите правильный ответ.

- 1) нержавеющей сталь;
- 2) медь;
- 3) алюминий;
- 4) керамика.

17. Напишите 4 сферы клинического применения шовного материала.

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

18. Кетгут – это...

19. Напишите тип биодеструкции кетгута

20. Полипропилен - это ...

21. Напишите тип биодеструкции полипропилена

22. Хирургическая проволока из нержавеющей стали это - ...

23. Напишите тип биодеструкции проволоки из нержавеющей стали.

7 Материалы для лекарственных средств

1. Лекарственные средства – это ...

2. Поставьте в соответствие понятия и определения

Понятия	Определения
1) Пролонгирующие вещества	А) тонкая (порядка 0,05-0,2 мм) оболочка, образующая на таблетке после высыхания нанесенного на ее поверхность раствора пленкообразующего вещества.
2) Пленочное покрытие	Б) твердая дозированная лекарственная форма, получаемая прессованием, реже - формованием порошков и гранул, содержащих одно или более лекарственных веществ с добавлением или без вспомогательных компонентов.
3) Таблетки	В) вспомогательные вещества, увеличивающие время нахождения лекарственных средств в организме

Ответ:

1	2	3

3. Наука о лекарственных препаратах:

- 1) фармакогнозия;
- 2) фармакология;
- 3) фармация;
- 4) фармакодинамика.

4. Лекарственное средство состоит из:

- 1) лекарственных веществ;
- 2) лекарственных форм;
- 3) лекарственных препаратов.

5. *Лекарственным веществом является:*

- 1) определенная лекарственная форма;
- 2) определенный лекарственный препарат;
- 3) индивидуальное химическое соединение, используемое в качестве лекарственного средства.

6. *Твердая лекарственная форма для внутреннего и наружного применения, обладающая свойством сыпучести, называется:*

- 1) таблетка;
- 2) порошок;
- 3) гранула;
- 4) капсула.

7. *Твердая дозированная лекарственная форма промышленного производства, получаемая методом прессования, называется:*

- 1) драже;
- 2) порошок;
- 3) гранула;
- 4) таблетка.

8. *Твердая дозированная лекарственная форма промышленного производства, получаемая методом наплавления на сахарные гранулы лекарственных и вспомогательных веществ, называется:*

- 1) таблетка;
- 2) драже;
- 3) гранулы;
- 4) суппозиторий.

9. *Какие основные требования применяют к лекарственным препаратам?*

10. *Для чего лекарственные средства покрывают оболочками?*

11. Напишите, какие виды таблеточных покрытий изображены на рисунке.



а)

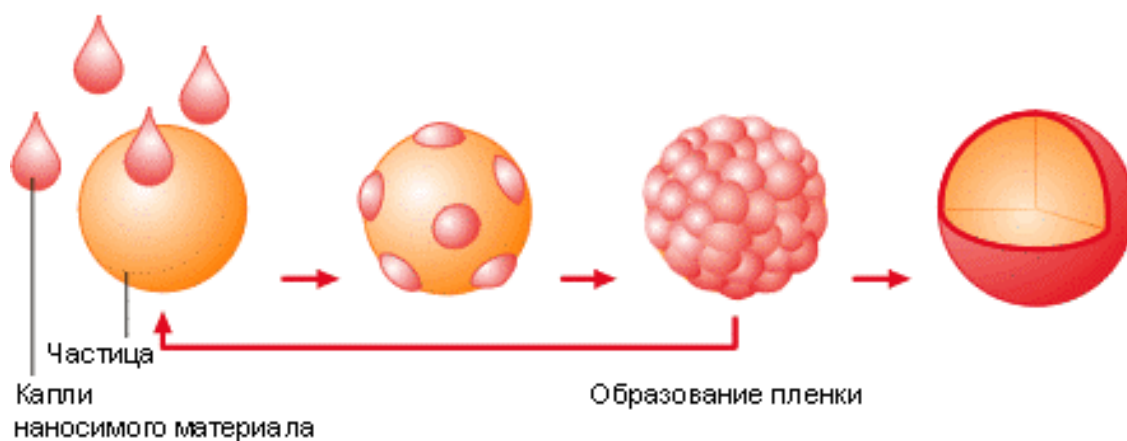


б)

а) _____

б) _____

12. Расставить по порядку этапы покрытия таблеток: (частица с покрытием, смачивание, рекристаллизация, распыление.)



1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

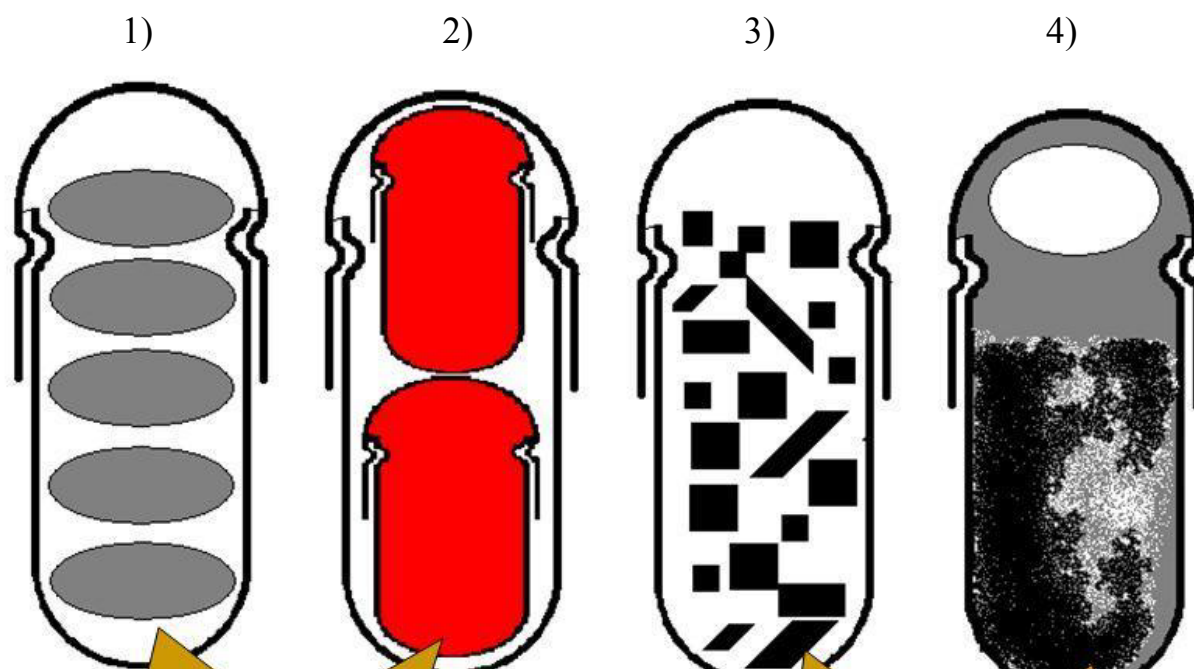
13. Что такое пролангация? Дайте определение.

14. Какие из данных веществ способствуют скольжению лекарственных средств?

- 1) парафин, гидрированные растительные жиры и масло-какао;
- 2) кислота альгиновая, натриевая соль, агар-агар;
- 3) индиго, тартразин, тропеолин.

15. Биоматериалы в медицине - это _____

16. На рисунке представлены варианты заполнения капсул. Задание: установить соответствие.



- а. Суспензия
- б. Гранулы
- в. Таблетки
- г. Капсулы

1	2	3	4

17. Каждому понятию из первого столбца поставить в соответствие функции из второго столбца.

Понятия	Функции
1.Адгезивы	А) придают приятный вкус (лимонная кислота, какао, ванилин, сахар).
2.Структурные вещества	Б) (тропеолин ОО, кислотный красный, индиго, кармин).
3.Пластификаторы	В)придают покрытиям свойства влагостойкости (аэросил, полиакриловые смолы).
4.Гидрофобизаторы	Г) придают покрытиям свойства пластичности (растительные масла, твины).
5.Красители	Д) создают каркасы (сахар, тальк, магния оксид, кальция оксид).
6.Корригенты	Е) обеспечивают прилипание материалов покрытия к ядру и друг другу (сироп сахарной, метилцеллюлозы).

1.	2.	3.	4.	5.	6.

18. Какой из биоматериалов применяется в фармации (в оболочках препаратов пролонгированного действия)? (выбрать верный вариант ответа)

- 1) керамика;
- 2) полимеры;
- 3) сплавы.

19. Фармация – это... _____

20. Полимеры – это... _____

21. Для чего применяют полимеры в фармакологии?

8 Искусственные органы

1. Трансплантант – это... _____

2. Перечислите виды трансплантации.

1) _____

2) _____

3) _____

3. Протез – это... _____

4. Перечислите как минимум 4 фактора, которые поспособствовали быстрому развитию использования имплантатов и протезов в современной медицине.

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5. Искусственные органы – это...

6. Какой орган не подлежит замене и почему?

7. Перечислите ограничения при пересадке органов и (или) тканей у живого донора.

8. Опишите область применения аппарата искусственной печени «МАРС», изображенного на рисунке.



9. Как называется аппарат, изображенный на рисунке? При каком заболевании он используется? Укажите его составные элементы.

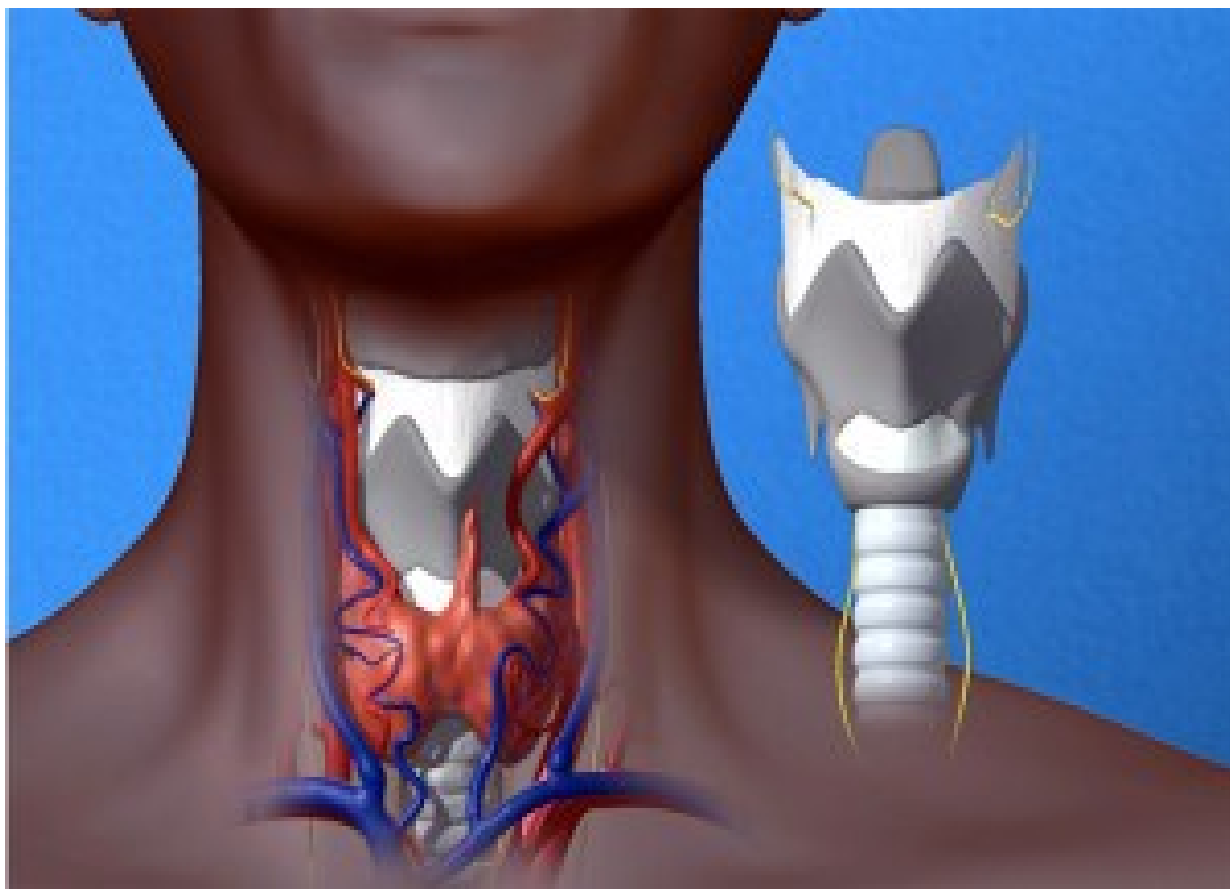


10. Оксигенатор – это...

11. Перечислите требования к применению оксигенатора.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____

12. Какие материалы используются для создания искусственной гортани?



13. Перечислите проблемы, связанные с функционированием искусственной гортани.

14. Что такое резус-фактор?

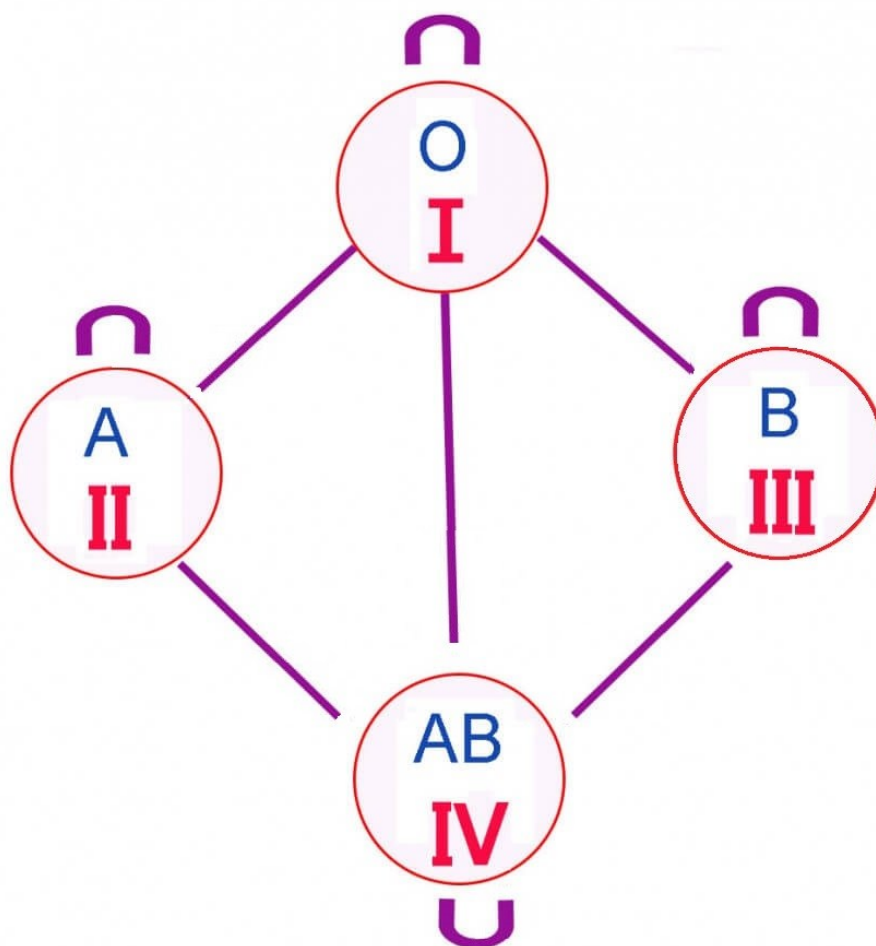
15. В каких случаях используется донорская кровь, а в каких искусственная кровь? Поясните свой ответ.

16. Перечислите требования, предъявляемые к искусственной крови.

17. Назовите основные признаки отторжения трансплантата.

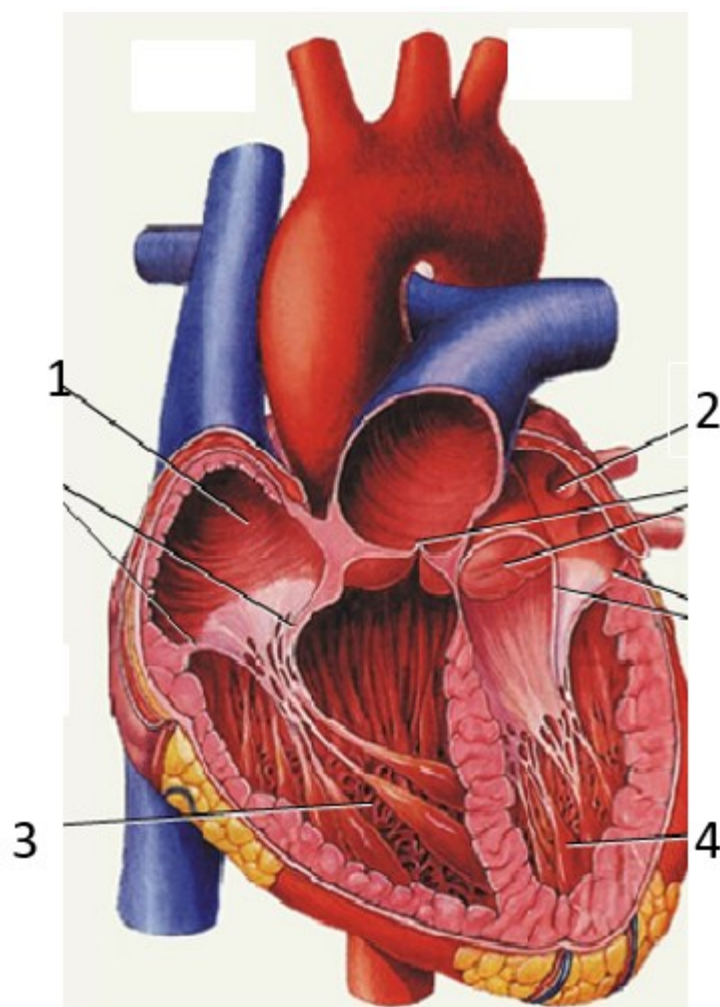
18. Перечислите требования, предъявляемые к материалам для создания искусственных органов.

19. Дополните схему переливания крови.



8.1 Искусственное сердце. Гемодиализ

1. Подпишите отделы сердца, изображенного на рисунке.



1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

2. Напишите фамилию ученого, который впервые создал искусственное сердце.

3. В каком году была впервые проведена имплантация искусственного сердца человеку?

4. Напишите фамилию известного хирурга, изображенного на картинке.



5. Сопоставьте клапаны сердца с отделами, из которых они способны пропускать кровь.

1)Полулунный	А)Левый желудочек
2)Створчатый	Б)Правый желудочек
3)Митральный	В)Левое предсердие
	Г)Правое предсердие
	Д)Легочный ствол
	Е)Аорта
	Ж)Верхняя полая вена
	З)Нижняя полая вена

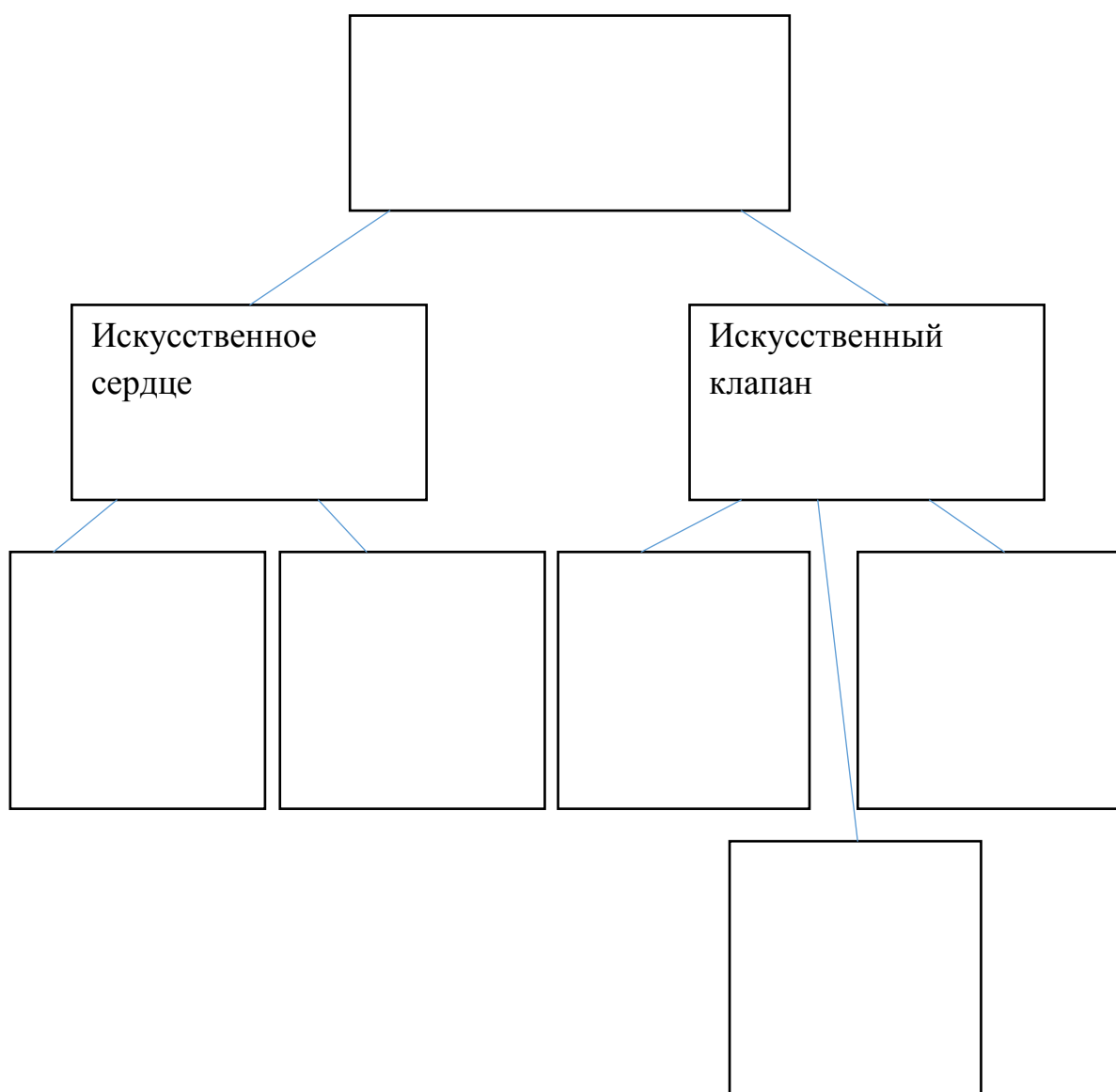
1) _____

2) _____

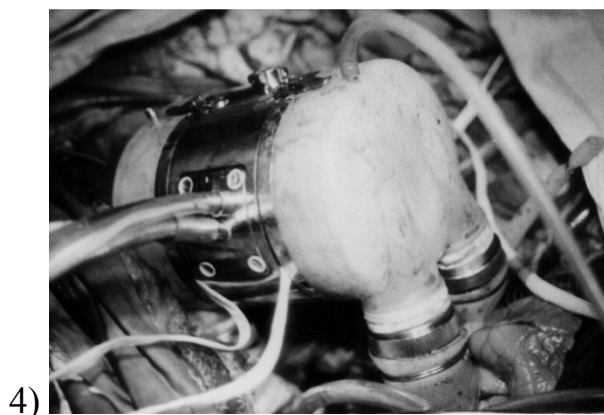
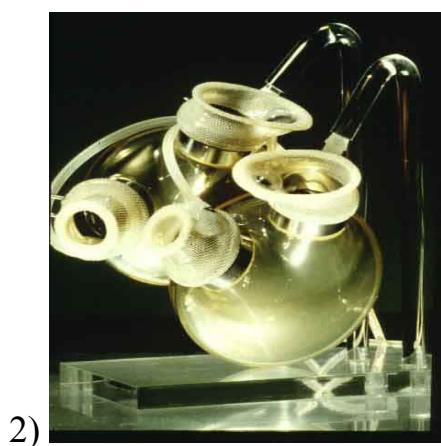
3) _____

6. Назовите преимущества дискового искусственного сердца перед лопастным.

7. Заполните схему классификации сердечных имплантов.



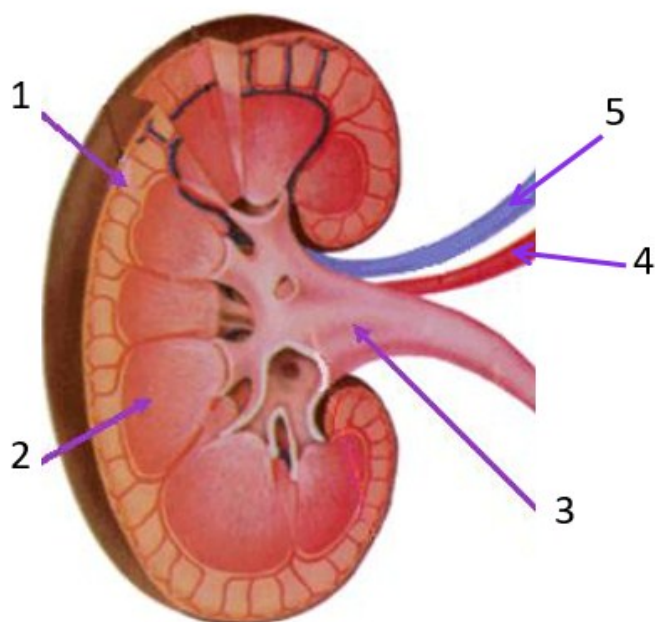
8. На какой картинке изображен имплант искусственного сердца «Герц-02»?



9. Назовите возможные причины имплантации искусственного сердца вместо донорского.

10. Каких правил должны придерживаться люди, перенесшие имплантацию искусственного сердца (или частей сердца)?

11. Подпишите названия отделов почки.

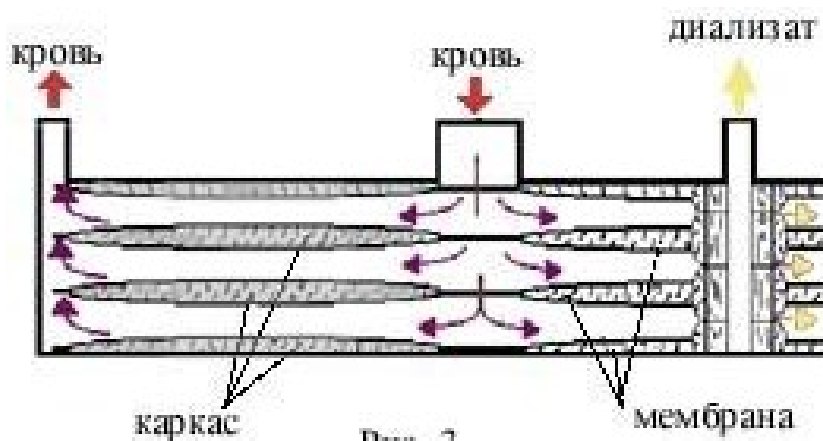


- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

12. Дайте определение слову «гемодиализ».

13. Назовите 5 противопоказаний к проведению процедуры гемодиализа.

14. Назовите вид изображенного гемофильтра.



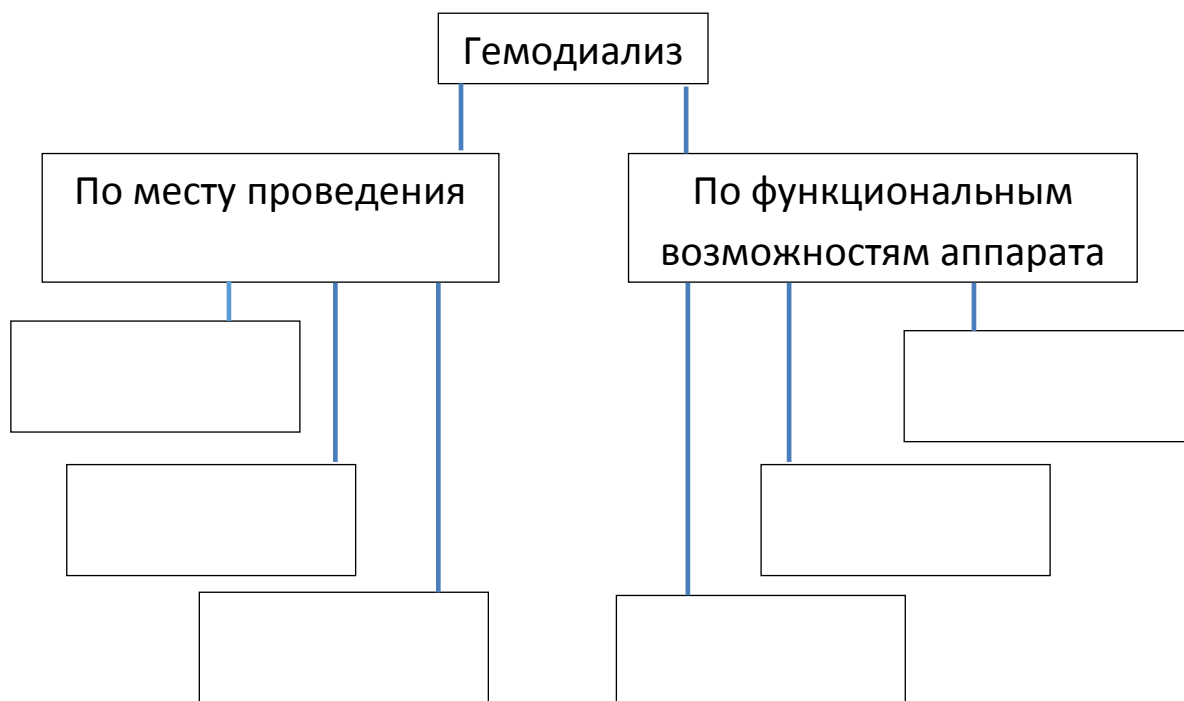
15. Выставить в правильной последовательности. Составьте схему пути кровотока при гемодиализе.

- | | |
|------------------|---|
| 1) Артерия | 5) Монитор давления (может повторяться) |
| 2) Антикоагулянт | 6) Диализатор |
| 3) Вена | 7) Воздухоулавливатель и датчик |
| 4) Насос | |

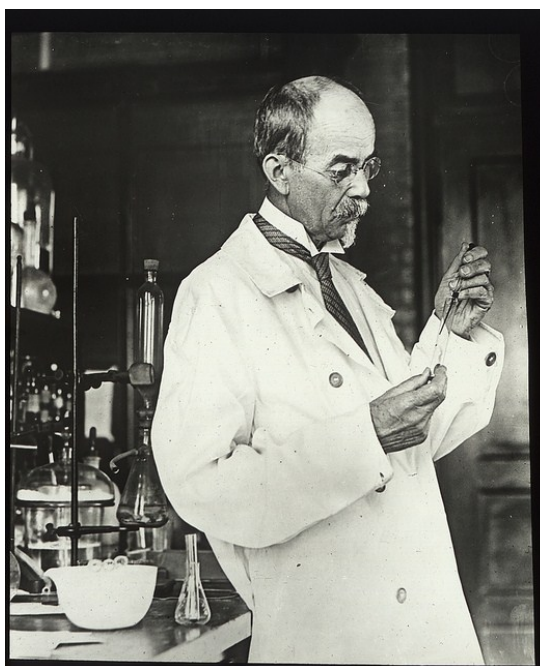
Артерия → → →

→ → →

16. Дополните схему классификации видов гемодиализа.



17. Напишите фамилию ученого, изображенного на картинке.

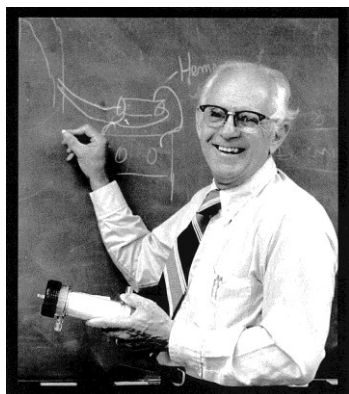


18. Заполните таблицу.

Преимущества гемодиализа в сравнении с другими методами	Недостатки процедуры гемодиализа

19. Что такое фистула? Где ее располагают, и какие функции она выполняет в процессе гемодиализа?

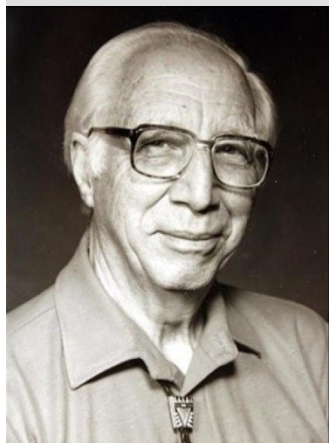
20. Кто из изображенных ученых является автором руководства по лечению больных уремией с помощью гемодиализа?



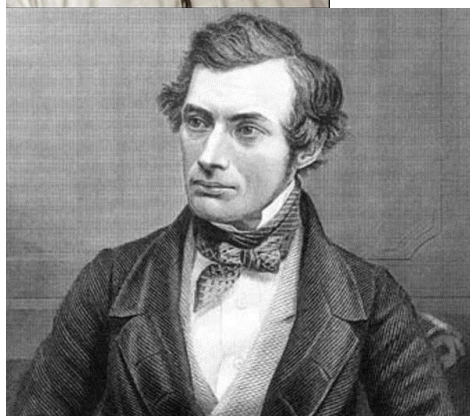
1.



2.



3.



4.

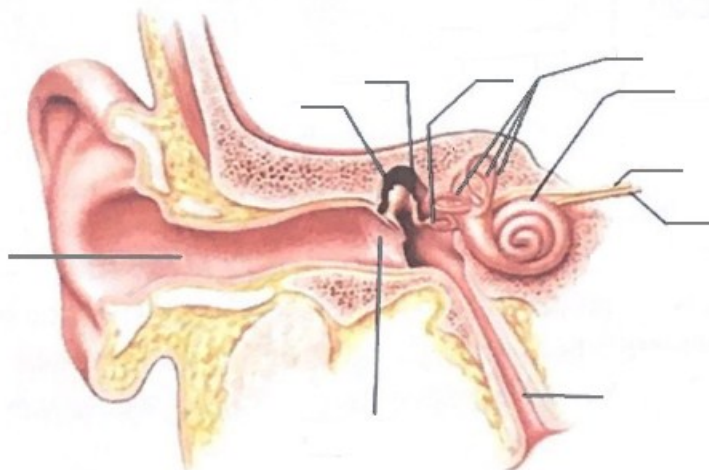
8.2 Искусственное ухо, нос и трахеи

1. Что такое кохлеарный имплант и куда он передает электрические стимулы?

2. Заполните таблицу.

Части уха	Строение	Функции
Наружное		
Среднее		
Внутреннее ухо:		

3. Подпишите следующие структурные элементы уха человека: наковальня, молоточек, полукружные каналы, стремя в овальном окне, барабанная перепонка, улитка, слуховая (евстахиева) труба, наружный слуховой проход, преддверная ветвь преддверно-улиткового нерва.



4. Опишите принцип работы кохлеарного имплантата. Из каких компонентов он состоит?

5. С помощью чего процессор (внешний компонент) передает звуковые сигналы, поступающие из внешней среды, на внутренний компонент?

6. Поэтапно опишите действие кохлеарного имплантата.

7. Какие этапы включает проведение операции по установке имплантов?

8. Есть ли недостатки кохлеарного импланта? Какие проблемы могут возникнуть во время операции и после?

9. Кому кохлеарная имплантация не рекомендуется?

10. Восстановит ли одна искусственная барабанная перепонка слух, если у больного разрушена не только барабанная перепонка, но и слуховые косточки? Дайте развернутый ответ.

11. Какие материалы используются для создания искусственного носа?

12. Что такое коннектор? Укажите его стандартные размеры.

13. Каково отличие тепловлагообменных кассет НМЕ от искусственного носа?

14. Кто провел в России первую в мире имплантацию искусственной трахеи и из чего?

15. Перечислите основные функции трахеи?

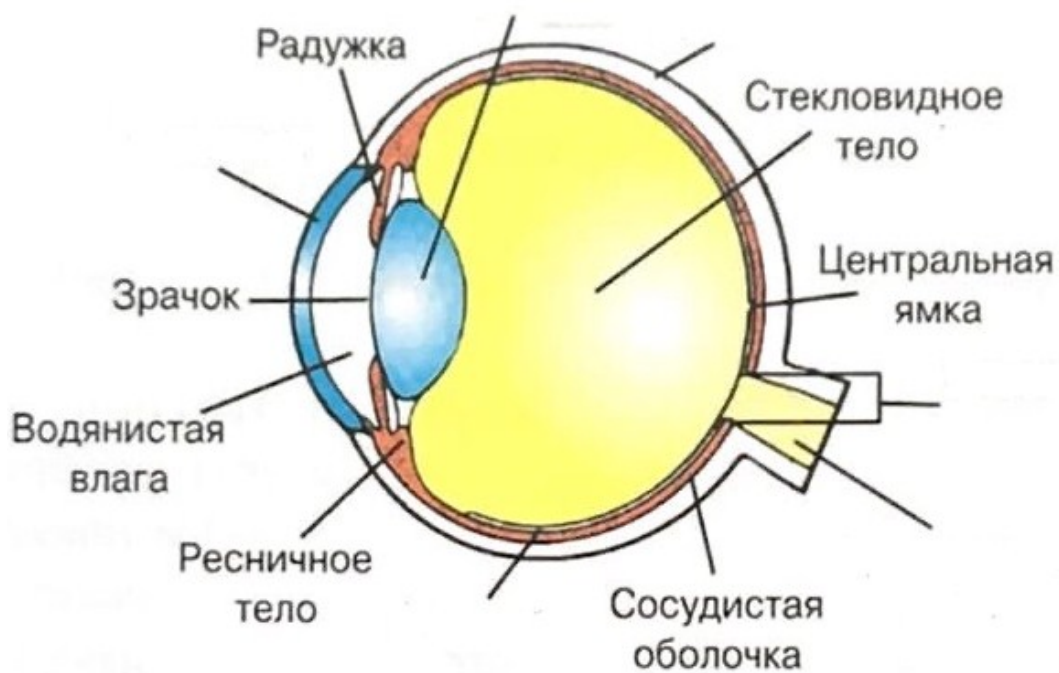
16. Почему каркас трахеи был создан из волокон, которые со временем деградируют и позволяют трубке, созданной из стволовых клеток, удлиняться?

17. Какие материалы используются для создания искусственной трахеи?

20. Как вы считаете, применение искусственных человеческих органов имеет отрицательную или положительную роль? Почему? Обоснуйте свой ответ несколькими примерами.

8.3 Искусственные органы зрения

1. Подпишите названия пяти недостающих элементов строения глаза по данному рисунку:



2. Опишите основные функции сетчатки глаза

3. За что отвечает хрусталик глаза?

4. Поясните, почему строение глаза человека идентично фотоаппарату.

5. Перечислите виды искусственного глаза.

1) _____

2) _____

3) _____

6. Что представляет собой искусственная сетчатка?

7. Опишите принцип действия наноглаза.

8. Опишите принцип действия искусственной сетчатки глаза.

9. Из какого материала изготавливают контактные линзы на 3D-принтере?

10. Бионический глаз – это... _____

11. Сможет ли полностью незрячий человек обрести зрение, благодаря искусственной сетчатке? Дайте подробный ответ.

9 Материалы, используемые при имплантации

1. Перечислите наиболее существенные проблемы инжиниринга тканей.

2. Что такое стволовые клетки? Перечислите их основные функции.

3. Перечислите три класса биосовместимых материалов.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____

4. Приведите несколько примеров биоинертных материалов.

5. Что такое рассасывающиеся материалы? Перечислите их свойства.

6. Заполните таблицу: “Свойства биоактивных материалов”

Остеокондуктивные материалы	Остеопродуктивные материалы

7. Керамика – это... _____

8. В чем особенность производства высокопористых керамических материалов?

9. Какой метод создания каркасов является более совершенным?

10. Что такое композиты? Опишите их основные особенности.

11. В каких условиях зарождалась регенеративная медицина? С какого момента времени появилась идея об искусственном выращивании органов?

12. Что представляют собой эмбриониды? Опишите способы их получения.

13. На основе каких материалов была создана искусственная печень?

14. Что такое «биоинженерная мышца» и для чего ее используют?

15. Опишите роль межклеточного матрикса. Что он из себя представляет?

16. Заполните таблицу «Компоненты матрикса»

Структурные белки	Регуляторные белки
1.	1.
2.	2.
	3.
	4.

17. Белки семейства CCN, IGFBP, декорин и бигликан. Что объединяет эти понятия? В какую группу их можно отнести?

18. Опишите технологию получения межклеточного матрикса из аллотрансплантатов донорских органов.

Список использованных источников

- 1 Гусев, Е.И. Неврология и нейрохирургия: учебник. В 2 т. / Е.И. Гусев. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 308 с.
- 2 Абриталин, Е.Ю. Функциональная нейрохирургия в лечении нервных и психических заболеваний / Абриталин, Е.Ю., А. И. Холявин, А. Д. Аничков, В. К. Шамрей [и др.] — Санкт-Петербург: СпецЛит, 2018. - 191 с.
- 3 Трезубов, В.Н. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение [Текст] : учеб. для мед. вузов / В.Н. Трезубов, Л.М. Мишнёв, Е.Н. Жулёв и др. ; под ред. В.Н. Трезубова. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : МЕДпресс-информ, 2014. - 368 с.
- 4 Максимовская, Л. Н. Лекарственные средства в стоматологии. Справочник / Л.Н. Максимовская, П.И. Рощина. - М.: Медицина, 2017. - 240 с.
- 5 Гернер, М.М. Основы материаловедения по стоматологии / М.М. Гернер и др. - М.: Медицина, 2016. - 296 с.
- 6 Усевич, Т. Л. Клиническое материаловедение в стоматологии / Т.Л. Усевич. - М.: Феникс, 2015. - 320 с.
- 7 Шаров, Д.В. Стоматология. Конспект лекций для медицинских вузов / Д.В. Шаров. - М.: Владос, 2017. - 37 с.
- 8 Афанасьев, В. В. Военная стоматология и челюстно-лицевая хирургия / В.В. Афанасьев, А.А. Останин. - Москва: Гостехиздат, 2017. - 248 с.
- 9 Баграмов, Р. Лазеры в стоматологии, челюстно-лицевой и реконструктивно-пластической хирургии / Р. Баграмов, М. Александров, Ю. Сергеев. - М.: Техносфера, 2016. - 608 с.
- 10 Шевченко, Ю. Л. Медико-биологические и физиологические основы клеточных технологий в сердечно-сосудистой хирургии / Ю.Л. Шевченко. - М.: Наука. Ленинградское Отделение, 2016. - 288 с.
- 11 Современные проблемы биологической совместимости медицинских имплантатов [Электронный ресурс] / Каныгина О. Н., Стрекаловская А. Д., Бакаев А. А., Хайбулин Н. Р. // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2018. - С. 2470-2474. - 5 с.
- 12 Стрекаловская, А. Д. Связь живой материи с биоматериалами [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии / А. Д. Стрекаловская; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т",

Каф. мед.-биол. техники. - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 38 с.

13 Материалы для медицинской техники: терминологический словарь [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии / О. Н. Каныгина [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 75 с.

14 Андрусов, А.М. Режим диализа и остаточная функция почек. Нефрология и диализ. / А.М. Андрусов, А.Ю. Земченков. - 2017; 19 (4): 483–492 с.

15 Аляутдин, Р.Н. Лекарственные средства / Р.Н. Аляутдин. - М.: АСТ, 2017. - 288 с.

16 ГОСТ Р 52770-2007 Изделия медицинские. Требования безопасности. Методы санитарно-химических и токсикологических испытаний. – Введ. 2008-07-01. – М.: Стандартинформ, 2007. – 34 с.

17 ГОСТ 31214-2016 Изделия медицинские. Требования к образцам и документации, представляемым на токсикологические, санитарно-химические исследования, испытания на стерильность и пирогенность. – Введ. 2017-10-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 14 с.

18 ГОСТ 31576-2012 Оценка биологического действия медицинских стоматологических материалов и изделий. Классификация и приготовление проб. – Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

19 Акентьева, Т.Н. Аспекты выбора и модификации хирургического шовного материала / Т.Н. Акентьева, Ю.А. Кудрявцева // Медицина в Кузбассе. - 2014. - Т. 13, № 2. - С. 3-7.

20 Винник, Ю.С. Иммуногистохимические маркеры местной реакции тканей при имплантации изделий из ПГА / Ю.С. Винник [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Биология». - 2016. - Т. 9, № 1. - С. 109-120.

21 Горелых, Е.А. Сравнительная микробиологическая оценка хирургических нитей с антибактериальными свойствами (экспериментальное исследование) / Е.А. Горелых, С.С. Макаров, А.И. Бежин, Л.В. Жилиева // Медицинские импланты: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. - Курск, 2016. - С. 50-51.

22 Жуковский, В.А. Современные шовные материалы и другие волоконные имплантаты. Основные тенденции / В.А. Жуковский // Биотехнологии и качество жизни: Матер. Междунар. конф. - 2014. - С. 505-506.

23 Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 328 с.

24 Каливрадзиян, Э.С., Стоматологическое материаловедение : учебник / Каливрадзиян Э.С. [и др.]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 560 с.