

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Авторы-составители: **Бочкова Мария Станиславовна**

Рабочая программа дисциплины
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ
Код УМК 99524

Утверждено
Протокол №5
от «15» мая 2023 г.

Пермь, 2023

1. Наименование дисциплины

Клеточная биология

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « ОК.В.00 » образовательной программы по научным специальностям:

Научная специальность: **1.5.22** Клеточная биология

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Клеточная биология** у обучающегося должны быть сформированы следующие планируемые результаты обучения:

1.5.22 Клеточная биология

УРО.3 Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний

4. Объем и содержание дисциплины

Научная специальность	1.5.22 Клеточная биология
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	12
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение в клеточную биологию

Определение понятия «клетка». Общий план строения клеток эукариот: клеточная оболочка, цитоплазма, ядро. Клетки как экспериментальная модель.

Биологическая мембрана

Плазматическая мембрана. Химический состав и строение плазматической мембраны. Липиды, белки, полисахариды - состав, функция. Функции плазматической мембраны. Транспорт через плазматическую мембрану. Белки – транспортеры низкомолекулярных соединений. Внутриклеточный ионный состав и мембранный электрический потенциал, механизм его образования.

Метаболический аппарат клетки

Эндоплазматическая сеть

Строение и функции гранулярной и гладкой эндоплазматической сети. Особенности строения в зависимости от специфики метаболических процессов в клетке. Роль гранулярной плазматической сети в синтезе и транспорте секреторных белков. Воспроизводство клеточных мембран. Связь гладкой эндоплазматической сети с синтезом полисахаридов, жиров, стероидов, дезактивацией продуктов катаболизма. Взаимодействие эндоплазматической сети с плазматической мембраной и другими органеллами.

Комплекс Гольджи

Ультраструктура пластинчатого комплекса и его функции: сегрегация, модификация и накопление белков, синтез углеводов. Его роль в выполнении железистыми клетками секреторной функции, в химической модификации поступающих белков. Значение во взаимодействии мембранных структур. Везикулярный транспорт, его функции и молекулярные механизмы.

Лизосомы

Лизосомы, их структура и функциональная характеристика. Первичные и вторичные лизосомы, остаточные тельца. Аутофагосомы и аутофагия. Роль аутофагии в поддержании жизнеспособности клеток. Роль лизосом в фагоцитозе и некрозе клеток. Лизосомальный цикл. Связь лизосом с комплексом Гольджи. Лизосомные болезни.

Эндоцитоз, экзоцитоз

Эндо- и экзоцитоз, конститутивный и опосредуемый рецепторами. Варианты сортировки и транспорта рецепторов и лигандов. Ранние и поздние эндосомы. Роль белков окаймления в эндо- и экзоцитозе и везикулярном транспорте, рециклизации рецепторов и мембранного материала клетки. Трансцитоз макромолекул.

Фагоцитоз

Рецепторы фагоцитоза. Фагосомы и фаголизосомы.

Клеточные взаимодействия

Клеточная адгезия. Белки адгезии: семейство кадхеринов, иммуноглобулинов, интегринов, селектинов, адгезивных протеогликанов. Специализированные клеточные контакты. Функциональные особенности специализированных межклеточных контактов. Методы изучения.

Биоэнергетика клетки

Митохондрии. Строение, функции. Особенности химического состава, строения и функции наружной и внутренней митохондриальной мембраны. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования – характеристика белковых комплексов, участвующих в переносе протонов, транспорте электронов и

синтезе АТФ. Цикл Кребса. Понятие хондриома и митохондриального ретикулума. Механизмы слияния, деления и фрагментации митохондрий. Митохондриальный геном. Митохондриальная ДНК, синтез митохондриальных белков. Мутации митохондриальной ДНК и генетические болезни человека. Происхождение митохондрий. Пероксисомы, особенности ультраструктуры пероксисом, их роль в метаболизме перекиси водорода, пуринов и других веществ.

Организация цитоскелета клетки

Цитоскелет. Компоненты цитоскелета – микротрубочки, актиновые филаменты (микрофиламенты), промежуточные филаменты. Общие принципы формирования и функции. Микротрубочки: разнообразие семейства тубулинов. Строение микротрубочки, динамика полимеризации тубулина. Локализация микротрубочек в различных типах клеток (фибробласты, эпителий, нервные клетки, мышечные клетки). Белки, ассоциированные с микротрубочками. Актиновые микрофиламенты. Локализация актина в клетках организма: стресс-фибриллы и клеточный кортекс, их функции. Ламеллоподии, филоподии. Промежуточные филаменты, их свойства.

Компоненты ядра

Ядерная мембрана и обмен между ядром и цитоплазмой. Внутренняя организация ядра. Поверхностный аппарат клеточного ядра эукариот. Ядерная оболочка, ее строение и состав: внешняя ядерная мембрана, перинуклеарное пространство, внутренняя ядерная мембрана, ламина. Структура порового комплекса: строение, химический состав, участие в ядерно-цитоплазматических взаимодействиях. Организация хромосом. Уровни компактизации хроматина. Гистоны: структура, разновидности и модификации. Организация политенных хромосом и хромосом типа «ламповых щеток». Организация ядрышка. Транскрипция рибосомных цистронов. Визуализация процессов транскрипции. Регуляция транскрипции, ее основные принципы. Синтез и созревание информационной РНК. Сплайсинг

Жизненный цикл клетки

Жизненный (клеточный) цикл клеток. Общие закономерности прохождения клеточного цикла и его периодов. Характеристика основных фаз клеточного цикла. События, происходящие в М-фазе. Митоз, разнообразие его форм. Центриоли, их организация и функция. Митотические хромосомы, их организация. Центромеры, центромерные белки и кинетохоры. Механизмы расхождения хромосом в митозе.

Значение периодов пролиферативного покоя для функционирования различных биологических систем. Механизмы регуляции клеточного цикла; роль циклинов и циклин-зависимых киназ как регуляторов количества клеточных циклов.

Дифференцировка клеток

Определение понятия, этапы дифференцировки. Избирательная активность генов как генетическая основа дифференцировки. Регуляция экспрессии генов. Морфологические и метаболические изменения клетки в процессе дифференцировки. Регуляция клеточной дифференцировки. Клеточная пластичность и необратимая дифференцировка. Трансдифференцировка.

Механизмы обновления и гибели клеток

Морфофункциональная характеристика процессов старения и гибели клеток. Гибель клеток. Дегенерация, некроз. Определение понятия и его биологическое значение.

Апоптоз (запрограммированная гибель клеток). Сущность, процессы регуляция. Возможность индукции апоптоза в разных фазах клеточного цикла. Механизмы клеточного обновления.

Культивирование клеток

Типы клеточных культур: первичные, вторичные, перевивные, иммортализованные, трансформированные (опухолевые). Суспензионные и субстрат-зависимые культуры. Особенности эмбриональных клеточных культур и культур, полученных из тканей взрослых организмов. Поведение клеток в культуре. Оценка жизнеспособности клеток. Синхронизация культивируемых клеток. Методы индукции дифференцировки культивируемых клеток. Фиксация и окрашивание.

Эмбриональные стволовые клетки

Понятие эмбриональных стволовых клеток. Основные ниши локализации. Свойства эмбриональных стволовых клеток – пути направленной дифференцировки. Основные поверхностные маркеры, методы диагностики дифференцировки в клеточной культуре и целом организме. Понятие клонирования. Основные достижения и проблемы. История развития. Перспективы использования. Основные методы диагностики: определение типа стволовых клеток, понятие направленной дифференцировки. Фенотипические признаки (поверхностные маркеры) и способы их выявления – иммуноцитохимия, иммуногистохимия

Гемопозитические и мезенхимальные стволовые клетки

Гемопозитические стволовые клетки и их свойства. Поверхностные маркеры гемопозитических стволовых клеток и методы их оценки. Репрограммирование клеток. Применение гемопозитических стволовых клеток. Основные свойства мезенхимальных стволовых клеток, ниши локализации. Пути получения и культивирования. Основные направления дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток: костный, хрящевой, жировой. Основные методы диагностики направленной дифференцировки в условиях *in vitro* и *in vivo*. Участие мезенхимальных клеток в регенерации основных тканей. Понятие о тканевой инженерии, скафолдах, тканезамещении. Возможности тканезаместительной терапии в трансплантации костных и хрящевых тканей.

Гибридная технология

Общие свойства моноклональных антител. Применение моноклональных антител. Основные этапы получения моноклональных антител методом гибридной технологии.

Рекомбинантные белки

Общие методы получения рекомбинантных белков. Применение рекомбинантных белков.

Методы клеточной биологии

Световая микроскопия. Методы световой микроскопии. Электронная микроскопия – принцип метода, трансмиссионная и сканирующая микроскопия. Контрастирование объектов, ультрамикроскопия, замораживание – скалывание. Сканирующая зондовая микроскопия. Витальное изучение клеток. Изучение фиксированных клеток. Цитохимические методы. Цитофлюорометрия. Фракционирование клеток.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Биология клетки:[учебное пособие]/И. А. Райгородская [и др.].-Иркутск,2007.-99.-Библиогр.: с. 99
2. Иммунологические методы исследований/ред. И. Лефковитес, ред. Б. Пернис, пер. с англ. Г. А. Банников, пер. с англ., Ю. Ю. Венгеров, пер. с англ. Г. Г. Гаузе.-Москва:Мир,1988, ISBN 5-03-001170-6.-530.-Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 514-517
3. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учебное пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 231 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08291-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/424757>
4. Цитология : учебное пособие / Г. Н. Соловых, Е. К. Раимова, Е. М. Нефедова [и др.]. — Оренбург : Оренбургская государственная медицинская академия, 2012. — 288 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/33274>
5. Иммунология. В 3-х т./ред. У. Пол.Т. 3.-Москва:Мир,1989, ISBN 5-03-001444-6.-360.-Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 438-355. - Указ. латинских названий: с. 356

Дополнительная:

1. Гистология, цитология, эмбриология : учебник / С. М. Зиматкин, Я. Р. Мацюк, Л. А. Можейко [и др.] ; под редакцией С. М. Зиматкина. — Минск : Вышэйшая школа, 2022. — 448 с. — ISBN 978-985-06-3394-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/129959>
2. Биотехнология: теория и практика:учебное пособие/Н. В. Загоскина [и др.]; под ред.: Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко.-Москва:Оникс,2009, ISBN 978-5-488-02173-0.-496.-Библиогр.: с. 487-493

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Клеточная биология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;
Офисный пакет Libreoffice.
Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Клеточная биология**

Планируемые результаты обучения по дисциплине и критерии их оценивания

Планируемый результат обучения	Знания, умения и навыки	Критерии оценивания результатов обучения
<p>УРО.3 Проводит анализ новых направлений исследований и обосновывает перспективы их проведения в соответствующей области знаний</p>	<p>Знать: методы экспериментальных исследований в клеточной биологии и их теоретическое обоснование. Уметь: выявлять и анализировать процессы в области клеточной биологии; систематизировать предшествующий опыт исследовательской деятельности, логично, грамотно и научно обоснованно формулировать цели исследования; планировать проведение научного исследования, обосновывать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость научного исследования; обосновывать методологические аспекты исследования с учетом его целей, задач, предметной области и требуемых результатов; составлять индивидуальный план работы в рамках научного исследования, применять методы получения и переработки информации в научной деятельности. Владеть: навыками научного анализа проблем и процессов в области клеточной биологии.</p>	<p align="center">Неудовлетворител выставляется аспиранту, который не знает значительной части пройденного материала, допускает грубые ошибки, не владеет комплексной оценкой ситуации.</p> <p align="center">Удовлетворительн выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания изученного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении изученного материала, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы.</p> <p align="center">Хорошо выставляется аспиранту, если он твердо знает пройденный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.</p> <p align="center">Отлично выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил пройденный материал, исчерпывающе, четко и логично его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется со всеми вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет комплексной оценкой</p>

Планируемый результат обучения	Знания, умения и навыки	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично предложенной ситуации.

Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Письменное контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :

1

Показатели оценивания

выставляется аспиранту, который не знает значительной части пройденного материала, допускает грубые ошибки, не владеет комплексной оценкой ситуации.	Неудовлетворител
выставляется аспиранту, если он имеет поверхностные знания изученного материала, не усвоил его деталей, допускает неточности, оперирует недостаточно правильными формулировками, нарушает логическую последовательность в изложении изученного материала, испытывает затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации, не полностью отвечает на вопросы.	Удовлетворительн
выставляется аспиранту, если он твердо знает пройденный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей при ответе на вопрос, но недостаточно полно раскрывает междисциплинарные связи, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, комплексной оценкой предложенной ситуации.	Хорошо
выставляется аспиранту, если он глубоко усвоил пройденный материал, исчерпывающе, четко и логично его излагает, умеет связывать теорию с практикой, свободно справляется со всеми вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, умеет принять правильное решение и грамотно его обосновывать, владеет комплексной оценкой предложенной ситуации.	Отлично

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Методы исследования живых клеток. Понятие о клеточных культурах.
2. Способы культивирования клеток. Типы питательных сред, ключевые компоненты и добавки питательных сред.
3. Клетка как элементарная единица живого. Структурно-функциональные

принципы организации.

4. Клеточная мембрана как основа строения клетки. Строение, основные свойства и функции.

5. Транспорт веществ через мембрану: виды, характеристика.

6. Цитоплазма. Гиалоплазма. Физико-химические свойства, химический состав. Участие в клеточном метаболизме.

7. Органеллы. Определение, классификации. Органеллы общего и специального значения. Мембранные и немембранные органеллы. Строение и функции. Функциональные аппараты клеток.

8. Рибосомы. Строение, химический состав, функции. Понятие о полисомах. Роль свободных и связанных с мембранами эндоплазматической сети рибосом в биосинтезе клеточных белков.

9. Эндоплазматическая сеть. Строение и функции гранулярной и гладкой эндоплазматической сети. Особенности строения в зависимости от спецификации метаболических процессов в клетке.

10. Комплекс Гольджи (пластинчатый комплекс). Строение и функции. Его роль в химической модификации поступающих белков. Значение во взаимодействии мембранных структур. Везикулярный транспорт.

11. Лизосомы. Строение, химический состав, функции. Понятие о первичных и вторичных лизосомах, об аутофагосомах и гетерофагосомах.

Пероксисомы. Строение, химический состав, функции.

12. Фагоцитоз.

13. Митохондрии. Строение, функции. Представление об автономной системе синтеза белков. Особенности митохондриального аппарата в клетках с различным уровнем биоэнергетических процессов. Происхождение митохондрий.

14. Фибриллярные структуры цитоплазмы. Цитоскелет. Основные компоненты цитоскелета: микротрубочки, микрофиламенты, тонофиламенты (промежуточные филаменты). Их строение, химический состав.

15. Центриоли. Строение и функции в неделящемся ядре и при митозе.

16. Ядерная оболочка. Строение и функции. Связь ядерной оболочки с эндоплазматической сетью.

17. Хроматин. Строение и химический состав. Понятие о нуклеосомах; механизм компактизации хроматиновых фибрилл. Понятие о деконденсированном и конденсированном хроматине (эухроматине, гетерохроматине, хромосомах), степень их участия в синтетических процессах. Строение хромосомы.

18. Ядрышко. Ядрышко как производное хромосом. Количество и размер ядрышек. Химический состав, строение, функция. Характеристика фибриллярного и гранулярного компонентов, их взаимосвязь с интенсивностью синтеза РНК. Структурно-функциональная лабильность ядрышкового аппарата.

19. Жизненный цикл клетки. Морфофункциональная характеристика процессов роста и дифференцировки, периода активного функционирования, старения и гибели клеток.

20. Клеточный цикл. Характеристика основных фаз и регуляция клеточного цикла. Преобразование структурных компонентов клетки на различных этапах митоза. Роль клеточного центра в митотическом делении клеток.

21. Дифференцировка клеток. Избирательная активность генов как основа дифференцировки. Структурные и метаболические характеристики дифференцировки.

22. Понятие о клеточных популяциях (статическая, растущая, обновляющаяся).

23. Гибель клеток. Дегенерация, некроз, апоптоз.

24. Структурные и химические механизмы взаимодействия клеток.

Молекулы клеточной адгезии. Виды, строение и функции межклеточных контактов. Способы межклеточной сигнализации. Передача сигнала в клетке.

25. Получение и характеристика эмбриональных стволовых клеток. Особенности их культивирования.

26. Дифференцировка эмбриональных стволовых клеток *in vitro*.

27. Проверка плюрипотентности эмбриональных стволовых клеток *in vivo*: тератомы и химеры.

Перспективы использования в медицине.

28. Гемопозитические стволовые клетки и их свойства.

29. Поверхностные маркеры гемопозитических стволовых клеток и методы их оценки.

30. Стволовые клетки кожи, мышц, головного мозга и их локализация.

31. Получение и дифференцировка мезенхимальных стволовых клеток.

32. Поверхностные маркеры мезенхимальных стволовых клеток и методы их оценки.

33. Роль мезенхимальных стволовых клеток в костном мозге. Применение мезенхимальных стволовых клеток.