

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
биологической и медицинской  
физики**

**Д.В. Кузьмин**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Клеточные технологии в медицине
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Медицинская физика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Программу составил: М.А. Лагарькова, д-р биол. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной и трансляционной медицины 25.05.2020

## Аннотация

Целью данной дисциплины является изучение основ современных клеточных технологий, используемых в биомедицинских исследованиях и в медицинской практике. В процессе освоения дисциплины студент получит базовые знания в области клеточных технологий в медицине, получит основы биологии эукариотической клетки. Студент после освоения курса будет понимать фундаментальные биологические процессы, реализуемые в клеточных технологиях. Основные темы, которые будут освещены в рамках курса: Основы клеточной биологии и эмбриологии, Эмбриональные стволовые клетки, Репрограммирование соматических клеток, Биомедицинские технологии на основе стволовых клеток

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

изучение основ современных клеточных технологий, используемых в биомедицинских исследованиях и в медицинской практике.

#### Задачи дисциплины

- изучение основ биологии эукариотической клетки;
- развитие у студентов понимания фундаментальных биологических процессов, реализуемых в клеточных технологиях;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области клеточных технологий.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

фундаментальные понятия и основы биологии эукариотической клетки;  
основные принципы реализации клеточных технологий в медицине;  
правила работы с современными биомедицинскими базами данных.

уметь:

абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных биологических процессов;  
 пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач клеточной биологии;  
 самостоятельно осваивать новые ресурсы (базы данных и программы) и экспериментальные методы биомедицинских исследований;  
 делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;  
 осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;  
 определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования;  
 проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области;  
 работать на современном, в том числе высокопроизводительном лабораторном и медицинском оборудовании.

владеть:

основными методами работы с биоматериалом;  
 основными приемами работы на высокотехнологичном лабораторном и медицинском оборудовании;  
 культурой моделирования биомедицинских исследований;  
 навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;  
 практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач современной биомедицины;  
 навыками теоретического анализа задач биомедицины, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основы клеточной биологии и эмбриологии		10	10	30
2	Эмбриональные стволовые клетки. Репрограммирование соматических клеток		10	10	30
3	Биомедицинские технологии на основе стволовых клеток		10	10	30
Итого часов			30	30	90
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

##### 1. Основы клеточной биологии и эмбриологии

Прокариоты и эукариоты. Строение эукариотической клетки. Органеллы и их функции. Ядро клетки. Деление клетки. Митоз и мейоз. Кариотип и хромосомные аномалии.

Ранний эмбриогенез и его стадии. Гены, определяющие эмбриональное развитие и тканевую специализацию. Понятие об эпигенетике, хроматин, эпигенетические модификации гистонов и ДНК. Способы их изучения.

## 2. Эмбриональные стволовые клетки. Репрограммирование соматических клеток

Репрограммирование клеток. Индуцированные плюрипотентные клетки. Транскрипционные факторы плюрипотентности. Репрограммирование до плюрипотентного состояния – способы, методы анализа, значение для биомедицины. Прямое репрограммирование и эпигенетический ландшафт. Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток. Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток и способы их анализа.

## 3. Биомедицинские технологии на основе стволовых клеток

Применение технологии репрограммирования для изучения механизмов заболеваний и поиска новых методов терапии. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования. Моделирование заболеваний *in vitro*, коррекция мутаций с помощью TALEN и CRISPR/CAS систем. Проблемы направленной дифференцировки для моделирования заболеваний. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

## 6. Перечень рекомендуемой литературы

### Основная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007
2. Б. Льюин, Л. Кассимерис, В. П. Лингаппа, Д. Плоппер. Клетки //Бином. Лаборатория знаний. – 2011.

### Дополнительная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Ю. С. Ченцов. Введение в клеточную биологию. ИКЦ “Академкнига”, 2005 (30 экз.)
2. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академкнига, 2004. - 494 с. (2 экз.)
3. О. И. Епифанова. Лекции о клеточном цикле. КМК Scientific Press, Москва, 2003. – 159 с.
4. О. И. Епифанова. Покоящиеся клетки. Издательство “Наука”, Москва, 1983. –178.
5. А. А. Заварзин, А. Д. Харазова, М.Н. Молитвин. Биология клетки: общая цитология. СПб: Издательство СПб. Университета, 1992. – 456 с.
6. Ж.-К. Ролан, А. Селюши, Д. Селюши. Атлас по биологии клетки. 1980. – 118 с.
7. Е. М. Вермер. История учения о клетке. М.: Наука, 1970.–230 с.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Для части занятий потребуется Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Медицинская физика и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и трансляционной медицины
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен	
<b>Разработчик:</b>	М.А. Лагарькова, д-р биол. наук, профессор

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Клеточные технологии в медицине» обучающийся должен:

### знать:

фундаментальные понятия и основы биологии эукариотической клетки;  
основные принципы реализации клеточных технологий в медицине;  
правила работы с современными биомедицинскими базами данных.

### уметь:

абстрагироваться от несущественного при моделировании реальных биологических процессов;  
пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач клеточной биологии;  
самостоятельно осваивать новые ресурсы (базы данных и программы) и экспериментальные методы биомедицинских исследований;  
делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;  
осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики;  
определять актуальность целей и задач и практическую значимость исследования;  
проводить анализ результатов и методического опыта исследования применительно к общей фундаментальной проблеме в избранной области;  
работать на современном, в том числе высокопроизводительном лабораторном и медицинском оборудовании.

### владеть:

основными методами работы с биоматериалом;  
основными приемами работы на высокотехнологичном лабораторном и медицинском оборудовании;  
культурой моделирования биомедицинских исследований;  
навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;  
практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач современной биомедицины;  
навыками теоретического анализа задач биомедицины, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном, клеточном, тканевом и органном уровнях.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Клеточная теория. Современные постулаты клеточной теории.
2. Понятие стволовых клеток. Эмбриональные стволовые клетки.
3. Эпигенетика стволовых клеток.
4. Технология генетического нокаута.
5. Репрограммирование клеток.
6. Индуцированные плюрипотентные клетки.
7. Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток.
8. Применение технологии репрограммирования для изучения механизмов заболеваний и поиска новых методов терапии.
9. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования.
10. Клеточный цикл.
11. Методы клеточной биологии и гистологии.
12. Потенциал дифференцировки стволовых и соматических клеток.
13. Строение клетки млекопитающих.
14. Функции органелл эукариотической клетки.
15. Митоз и мейоз.

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Билеты составляют из типовых вопросов курса:

1. Клеточная теория. Современные постулаты клеточной теории.
2. Понятие стволовых клеток. Эмбриональные стволовые клетки.
3. Эпигенетика стволовых клеток.
4. Технология генетического нокаута.
5. Репрограммирование клеток.
6. Индуцированные плюрипотентные клетки.
7. Генетические и эпигенетические особенности репрограммированных соматических клеток.
8. Применение технологии репрограммирования для изучения механизмов заболеваний и поиска новых методов терапии.
9. Использование биоинформационных методов для разработки критериев репрограммирования.
10. Клеточный цикл.
11. Методы клеточной биологии и гистологии.
12. Потенциал дифференцировки стволовых и соматических клеток.
13. Строение клетки млекопитающих.
14. Функции органелл эукариотической клетки.
15. Митоз и мейоз.



Примеры билетов:

Билет №1

Индукцированные плюрипотентные клетки.

Билет №2

Строение клетки млекопитающих.

Билет №3

Функции органелл эукариотической клетки.

Билет №4

Стадии деления клетки

#### Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.