

**Ульяновский государственный университет
Экологический факультет
Кафедра биологии, экологии и природопользования**

Ермолаева С.В.

Введение в цитмику и цитогенетику

**Методические указания
для самостоятельной работы бакалавров
направления подготовки 06.03.01 Биология**

Ульяновск, 2019

УДК
ББК
Е-

*Печатается по решению Ученого совета ИМЭиФК
Ульяновского государственного университета*

Рецензент – .

Ермолаева, С.В.

Е- Введение в цитологию и цитогенетику: Методические указания для самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 06.03.01 Биология / С.В. Ермолаева. – Ульяновск: УлГУ, 2019. – **37 с.**

Методическое пособие по дисциплине «Введение в цитологию и цитогенетику» предназначено в помощь студентам, обучающимся по направлению подготовки 06.03.01 Биология, для самостоятельного изучения отдельных разделов курса. Методические указания включают в себя требования к результатам освоения дисциплины, тематический план дисциплины, список рекомендуемой литературы, тесты для самоподготовки, контрольные вопросы к зачету.

© Ермолаева С.В., 2019

© Ульяновский государственный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 Цель и задачи дисциплины
- 2 Требования к результатам освоения дисциплины
- 3 Список рекомендуемой литературы для самостоятельной работы студентов
- 4 Разделы дисциплин и виды учебных занятий
- 5 Тематический план дисциплины
- 6 Тематика семинарских занятий
- 7 Темы рефератов и требования к их оформлению
- 8 Контрольные вопросы по дисциплине (вопросы к зачету)
- 9 Тесты для самоподготовки студентов

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование системы знаний о молекулярных и биохимических процессах функционирования клеток, а также о материальных основах наследственности и изменчивости, контролирующих признаки организма, что даст возможность студентам-биологам понимать механизмы возникновения и развития патологических процессов в клетке.

Задачами изучения цитомики и цитогенетики является:

- изучение совокупности органелл и их взаимосвязи в реализации конкретной функции клетки, а также в формировании клеточного фенотипа;
- изучение структур клетки, которые детерминируют признаки и свойства организмов и передачу их из поколения в поколение.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Введение в цитомику и цитогенетику» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

ОПК-2: способен использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения;

ОПК-14: способен и готов вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии

ПК-4: готов применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основные понятия цитологии и цитогенетики; строение и функции мембранных органелл; строение и функции немембранных органелл; строение и функции ядра; хромосомную теорию наследственности Т. Моргана; цитологические и цитогенетические основы митоза и мейоза; молекулярную организацию хромосом; организацию метафазной хромосомы; структурно-функциональные преобразования хромосом; основные аномалии хромосом; цитологические характеристики кариотипа; цитогенетические методы изучения кариотипа; современные методы молекулярно-цитогенетического анализа и диагностики

хромосомных патологий; принципы познания органелл клетки, передачи наследственной информации, цитогенетические методы изучения кариотипа.

Уметь:

анализировать и прогнозировать биологические процессы, происходящие в ходе эмбриогенеза живых организмов, опираясь на теоретические положения; научно обосновывать наблюдаемые явления; решать типовые практические задачи и овладеть теоретическим минимумом на более абстрактном уровне; решать ситуационные задачи, опираясь на теоретические знания, законы и закономерности эмбрионального развития живых организмов; уверенно ориентироваться в информационном потоке (использовать справочные данные и библиографию по той или иной проблеме); владеть методами микроскопирования эмбриологических препаратов; представлять данные наблюдений в виде рисунков, схем, а также их описывать; уметь работать с макропрепаратами, и представлять результаты наблюдений в виде протокола исследования.

Владеть:

навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы; навыками безопасной работы в биологической лаборатории и умение обращаться со световыми микроскопами, микропрепаратами, макропрепаратами, химической посудой, реактивами, работать с электрическими приборами.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основная:

1. Гистология. Эмбриология. **Цитология**: учебник для образоват. организаций ВПО по направл. подгот. "Лечебное дело", "Педиатрия", "Медико-профилактическое дело" / под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 928 с. : ил. - Библиогр.: с. 916-920. 1 экз
2. Введение в клеточную биологию : учебник для ун-тов по направл. 510600 "Биология" и биол. спец. / Ченцов Юрий Сергеевич. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2015. - 495 с. : ил. - Библиогр.: с. 487. 15 экз
3. Божкова В.П. Основы генетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Божкова. — Электрон. текстовые данные. — М.: ПАРАДИГМА, 2009. — 270 с. — 978-5-4214-0001-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13033.html>
4. Основы генетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Комсомольск-на-Амуре: Амурский гуманитарно-

- педагогический государственный университет, 2012. — 145 с. — 978-5-85094-490-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22281.html>
5. Архипов Б.А. Основы генетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Архипов, А.Г. Московкина, Н.И. Орлова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский городской педагогический университет, 2010. — 240 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26544.html>

Дополнительная:

6. Молекулярная биология клетки : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : в 3 т. Т. 2 / Б. Альбертс [и др.]; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы; под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского. - М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютерных исследований, 2013.
7. Практический курс общей генетики : [электронный ресурс] учеб. пособие для студентов биологических специальностей педагогических высших учебных заведений / В. И. Нахаева.- 2-е изд., стереотип. - М. : ФЛИНТА, 2011 - 210 с.: www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785970426104-0007.html
8. Клиническая генетика : учебник / Н. П. Бочков, В. П. Пузырев, С. А. Смирнихина ; под ред. Н. П. Бочкова. - 4-е изд., доп. и перераб. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 592 с. www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785970435700-0010/002.html
9. Медицинская генетика [Электронный ресурс] : учебник / под ред. Н. П. Бочкова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.
10. www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785970436523-0008/005.html
11. Савченко В.К. Ценогенетика. Генетика биотических сообществ [Электронный ресурс] : монография / В.К. Савченко. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 270 с. — 978-985-08-1216-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10068.html>
12. Картель Н.А. Генетика [Электронный ресурс] : энциклопедический словарь / Н.А. Картель, Е.Н. Макеева, А.М. Мезенко. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 992 с. — 978-985-08-1311-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10080.html>
13. Кариология : метод. указания для самостоят. работы магистрантов направления подготовки 06.04.01 "Биология" / Н. А. Михеева, Е. П. Дрождина, Н. А. Курносова; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - 35 с.
14. Мембранные органеллы и цитоскелет : метод. указания для преподавателей и самостоят. работы магистрантов направления подготовки 06.04.01 «Биология» / Н.

А. Ильина, С. М. Слесарев; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. - Ульяновск : УлГУ, 2018.
- 23 с.

15. Спецглавы клеточной биологии : метод. указания для самостоят. работы магистрантов направления подготовки 06.04.01 "Биология" / Ж. А. Антонова, Е. В. Рассадина, Е. Г. Климентова; УлГУ, ИМЭиФК, Экол. фак. - Ульяновск : УлГУ, 2018. - 23 с.

16. **Цитология** : учеб.-метод. пособие / Е. П. Дрождина, Н. А. Курносова, Н. А. Михеева; УлГУ, ИМЭиФК, Каф. биологии и биоэкологии. - Ульяновск : УлГУ, 2015. - 66 с. 67 экз

4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы			
1. Введение в цитологию. Органеллы клетки и везикулярный аппарат.	8/2	2	2/2	-	2	4	Тест, контрольная работа №1
2.Цитогенетика. Структурная организация хромосом.	8/2	2	2/2	-	2	4	Тест
3.Функциональные преобразования хромосом.	14/4	4	4/4	-	4	8	Тест
4.Цитологические механизмы сегрегации	8/2	2	2/2	-	2	4	Тест, контрольная работа №2
5.Кариотип	8/2	2	2/2	-	2	4	Тест
6.Наследственные и врожденные хромосомные патологии	16/4	4	4/4	-	4	8	Тест
7.Современные методы молекулярно-цитогенетического анализа и диагностика хромосомных патологий.	8/2	2	2/2	-	2	4	Тест, контрольная работа №3
ВСЕГО	72/18	18	18/18	-	8	36	

Изучение дисциплины предусматривает 18 часов лекционных и 18 часов семинарских занятий. 35% занятий предполагают интерактивную форму. 386 часов отведено на самостоятельное изучение дисциплины.

5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение в цитонику. Структура и функции внутриклеточных органелл. Цели и задачи цитоники. Клетка. Фенотипы клеток. Организация клеток в ткани. Эпителиальные клетки. Клетки соединительной ткани. Мышечные клетки. Нервные клетки. Регуляция экспрессии генов. Клеточная мембрана, строение и функции. Клеточное ядро. Эндоплазматическая сеть. Комплекс Гольджи. Лизосомы. Пероксисомы. Цитоскелет. Митохондрии. Органеллы и везикулярный транспорт. Клеточная энергетика. Процесс синтеза белков. Протеомика. Рибосомы. Механизмы переноса белков. Биосинтез липидов и их транспортировка. Секреторные механизмы. Формирование и движение секреторных пузырьков. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Трансцитоз. Получение энергии, синтез АТФ. Заболевания, связанные с органеллами клетки.

Тема 2. Введение в цитогенетику. Предмет и задачи цитогенетики. Основные этапы формирования цитогенетики как науки. Создание хромосомной теории наследственности. Функции хромосом в процессе реализации генетической информации: информационная, сегрегационная, репликационная, рекомбинационная, транскрипционная. Цитогенетический анализ. Методы цитогенетического анализа. Структурная организация хромосом. Молекулярная организация хромосом. ДНК, РНК, основные и кислые белки. Уровни организации хроматина. Организация митотической хромосомы. Электронно-микроскопическое строение, спирализация и укладка хромосомных нитей.

Тема 3. Функциональные преобразования хромосом. Спирализация и деспирализация - основа структурно-функциональных преобразований хромосом. Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности. Конститутивный и факультативный хроматин. Половой хроматин. Функционально активные локусы хромосом: междиски, пuffed, кольца Бальбиани, петли, ядрышковый организатор. Цитологические карты хромосом.

Тема 4. Цитологические механизмы сегрегации хромосом. Способы сегрегации

хромосом эукариот при митозе, мейозе. Цитологические механизмы рекомбинации. Зиготенная и пахитенная ДНК, гистоны мейоза, и их характеристики и функции. Особенности мейоза у гибридов, полиплоидов, в случае структурных нарушений хромосом (инверсии и транслокации).

Тема 5. Кариотип. Структурно-пространственная организация кариотипа. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа. Методы систематизации хромосом: метод наибольшего подобия, метод морфометрического анализа и его критерии (индекс спирализации, относительная и абсолютная длины хромосом, центромерные индексы), метод дифференциального окрашивания, метод анализа синаптонемальных комплексов, кариограмма, кариотип, идиограмма. Характеристика и систематизация хромосомного набора человека при дифференциальном окрашивании.

Тема 6. Наследственные и врожденные хромосомные патологии. Структурные изменения хромосом и их классификация. Механизмы возникновения перестроек хромосом. Хромосомные и хроматидные aberrации. Делеции и дупликации генетического материала. Инверсии. Транслокации. Численные изменения хромосом. Мутации, связанные с изменением числа хромосом. Генетика и механизмы, клиника синдрома Дауна. Генетика и механизмы, клиника синдрома Эдвардса. Генетика и механизмы, клиника синдрома Патау. Генетика и механизмы, клиника синдрома Шерешевского-Тернера. Генетика и механизмы, клиника синдрома Клайнфельтера. Генетика и механизмы, клиника синдрома Ди Джорджи. Генетика и механизмы, клиника синдрома Мартина-Белл. Генетика и механизмы, клиника синдрома Вольфа-Хиршхорна. Генетика, механизмы, клиника синдрома «кошачьего крика». Генетическая карта (генетический паспорт). Интерпретация результатов генетического тестирования.

Тема 7. Современные методы молекулярно-цитогенетического анализа и диагностика хромосомных патологий. Цитогенетический анализ при онкологических заболеваниях. Основные принципы гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*. Методы общего анализа кариотипа. Методы селективного хромосомного анализа: ДНК-пробы (хромосомные нумераторы) для выявления численных хромосомных аномалий, ДНК-пробы для выявления микроделеций и транслокаций хромосом. Анализ делеций хромосомных районов. Геномика. Проект «Геном человека».

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие 1. Введение в цитологию. Структура и функции внутриклеточных органелл.

Вопросы к теме:

1. Цели и задачи цитологии.
2. Клетка.
3. Фенотипы клеток.
4. Организация клеток в ткани.
5. Эпителиальные клетки.
6. Клетки соединительной ткани.
7. Мышечные клетки.
8. Нервные клетки.
9. Регуляция экспрессии генов
10. Клеточная мембрана, строение и функции.
11. Клеточное ядро.
12. Эндоплазматическая сеть.
13. Комплекс Гольджи.
14. Лизосомы.
15. Пероксисомы.
16. Цитоскелет.
17. Процесс синтеза белков. Протеомика.
18. Рибосомы.
19. Механизмы переноса белков.
20. Биосинтез липидов и их транспортировка.
21. Секреторные механизмы.
22. Формирование и движение секреторных пузырьков.
23. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Трансцитоз.
24. Внутриклеточная кооперация органелл в синтетических и секреторных процессах клетки.
25. Митохондрии.
26. Получение энергии, синтез АТФ.
27. Заболевания, связанные с органеллами клетки.

Практическое занятие 2. Введение в цитогенетику. Структурная организация хромосом.

Вопросы по теме:

- 1.Предмет и задачи цитогенетики.
- 2.Основные этапы формирования цитогенетики как науки.
- 3.Создание хромосомной теории наследственности.
- 4.Хромосома как предмет цитогенетических исследований.
- 5.Функции хромосом в процессе реализации генетической информации: информационная, сегрегационная, репликационная, рекомбинационная, транскрипционная.
- 6.Цитогенетический анализ.
- 7.Методы цитогенетического анализа.
- 8.Молекулярная организация хромосом. ДНК, РНК, основные и кислые белки.
- 9.Уровни организации хроматина.
- 10.Организация митотической хромосомы.
- 11.Электронно-микроскопическое строение, спирализация и укладка хромосомных нитей.

Практическое занятие 3. Функциональные преобразования хромосом.**Вопросы по теме:**

- 1.Спирализация и деспирализация - основа структурно-функциональных преобразований хромосом.
- 2.Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности.
3. Конститутивный и факультативный хроматин.
4. Половой хроматин.
- 5.Функционально активные локусы хромосом: междиски, пuffs, кольца Бальбиани, петли, ядрышковый организатор.
6. Цитологические карты хромосом.

Практическое занятие 4. Цитологические механизмы сегрегации.**Вопросы по теме:**

- 1.Способы сегрегации хромосом эукариот при митозе, мейозе.
- 2.Цитологические механизмы рекомбинации.
- 3.Зиготенная и пахитенная ДНК, гистоны мейоза, и их характеристики и функции.
4. Особенности мейоза у гибридов, полиплоидов, в случае структурных нарушений хромосом (инверсии и транслокации).

Практическое занятие 5. Кариотип.

Вопросы по теме:

1. Структурно-пространственная организация кариотипа.
2. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа.
3. Методы систематизации хромосом: метод наибольшего подобия, метод морфометрического анализа и его критерии (индекс спирализации, относительная и абсолютная длины хромосом, центромерные индексы).
4. Метод дифференциального окрашивания, метод анализа синаптонемальных комплексов.
5. Кариограмма, кариотип, идиограмма.
6. Характеристика и систематизация хромосомного набора человека при дифференциальном окрашивании.

Практическое занятие 6. Наследственные и врожденные хромосомные патологии.

Вопросы по теме:

1. Структурные изменения хромосом и их классификация.
2. Механизмы возникновения перестроек хромосом.
3. Хромосомные и хроматидные aberrации.
4. Делеции и дупликации генетического материала.
5. Инверсии.
6. Транслокации.
7. Численные изменения хромосом.
8. Мутации, связанные с изменением числа хромосом.
9. Генетическая карта (генетический паспорт).
10. Генетика и механизмы, клиника синдрома Дауна.
11. Генетика и механизмы, клиника синдрома Эдвардса.
12. Генетика и механизмы, клиника синдрома Патау.
13. Генетика и механизмы, клиника синдрома Шерешевского-Тернера.
14. Генетика и механизмы, клиника синдрома Клайнфельтера.
15. Генетика и механизмы, клиника синдрома Ди Джорджи.
16. Генетика и механизмы, клиника синдрома Мартина-Белл.
17. Генетика и механизмы, клиника синдрома Вольфа-Хиршхорна.
18. Генетика, механизмы, клиника синдрома «кошачьего крика».

Практическое занятие 7. Современные методы молекулярно-цитогенетического анализа и диагностика хромосомных патологий.

Вопросы по теме:

1. Цитогенетический анализ при онкологических заболеваниях.
2. Основные принципы гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*.
3. Метод 24-цветной гибридизация *in situ*.
4. Межвидовое цветное сегментирование хромосом (RxFISH).
5. Сравнительная геномная гибридизация (CGH).
6. ДНК-пробы для выявления численных хромосомных аномалий.
7. ДНК-пробы для выявления микроделеций и транслокаций хромосом.
8. Анализ делеций хромосомных районов.
9. Анализ сложносоставных маркерных хромосом.
10. Производство хромосомо-, плече- и районоспецифических ДНК-проб.
11. Геномика.
12. Проект «Геном человека».

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ)

1. Цели и задачи цитоники.
2. Клетка. Фенотипы клеток. Организация клеток в ткани. Эпителиальные клетки.
3. Клетки соединительной ткани. Мышечные клетки. Нервные клетки.
4. Клеточная мембрана, строение и функции. Клеточное ядро. Эндоплазматическая сеть.
5. Комплекс Гольджи. Лизосомы. Пероксисомы. Цитоскелет. Митохондрии.
6. Рибосомы. Механизмы переноса белков.
7. Секреторные механизмы. Формирование и движение секреторных пузырьков. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Трансцитоз.
8. Внутриклеточная кооперация органелл в синтетических и секреторных процессах клетки. Получение энергии, синтез АТФ.
9. Заболевания, связанные с органеллами клетки.
10. Предмет и задачи цитогенетики. Основные этапы формирования цитогенетики как науки.
11. Создание хромосомной теории наследственности. Роль отечественных ученых в становлении цитогенетики.
12. Хромосома как предмет цитогенетических исследований.
13. Функции хромосом в процессе реализации генетической информации: информационная, сегрегационная, репликационная, рекомбинационная, транскрипционная.

14. Молекулярная организация хромосом. ДНК, РНК, основные и кислые белки.
15. Уровни организации хроматина: нуклеосома, хромомера, хромонома, хроматида и их характеристики.
16. Организация митотической хромосомы. Электронно-микроскопическое строение, спирализация и укладка хромосомных нитей.
17. Строение центромерных и теломерных районов.
18. Осевые элементы хромосом. Гигантские хромосомы.
19. Политенные хромосомы. Хромосомы типа «ламповых щеток». Дифференциальное окрашивание как метод выявления гетерохроматиновых сегментов.
20. Типы и механизмы дифференциального окрашивания.
21. Спирализация и деспирализация основа структурно-функциональных преобразований хромосом.
22. Эу- и гетерохроматическое состояние хромосом как механизм регуляции генетической активности.
23. Конститутивный и факультативный хроматин.
24. Половой хроматин.
25. Эухроматиновые и гетерохроматиновые районы хромосом.
26. Способы сегрегации хромосом эукариот при митозе, мейозе.
27. Цитологические механизмы рекомбинации.
28. Мейоз как механизм рекомбинации. Стадии мейоза.
29. Кроссинговер. Конъюгация хромосом.
30. Структурные изменения хромосом и их классификация. Механизмы возникновения перестроек хромосом.
31. Хромосомные и хроматидные аберрации.
32. Делеции и дупликации генетического материала. Инверсии. Транслокации.
33. Численные изменения хромосом.
34. Мутации. Связанные с изменением числа хромосом.
35. Полиплоидия. Механизмы образования.
36. Кариотип. Цитологические характеристики кариотипа.
37. Структурно-пространственная организация кариотипа. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа.
38. Методы систематизации хромосом: метод морфометрического анализа и его критерии (индекс спирализации, относительная и абсолютная длины хромосом, центромерные индексы).
39. Метод дифференциального окрашивания, метод анализа синаптонемальных

комплексов, кариограмма, кариотип, идиограмма.

40. Генетическая карта (генетический паспорт). Интерпретация результатов генетического тестирования. Характеристика и систематизация хромосомного набора человека при дифференциальном окрашивании.
41. Цитогенетический анализ при онкологических заболеваниях.
42. Основные принципы гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*.
43. 24-цветная гибридизация *in situ*.
44. Межвидовое цветное сегментирование хромосом (RxFISH).
45. сравнительная геномная гибридизация (CGH).
46. ДНК-пробы (хромосомные нумераторы) для выявления численных хромосомных аномалий.
47. ДНК-пробы для выявления микроделций и транслокаций хромосом.
48. Анализ делеций хромосомных районов.
49. Анализ сложносоставных маркерных хромосом.

8 ТЕСТЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

В комплекте около 100 тестов