

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»

**И.Ю. Еремина**

**ГЕНЕТИКА И БИОМЕТРИЯ**

*Методические указания*

Красноярск 2015

*Рецензент*  
*О.В. Злотникова, канд. биол. наук,*  
*доцент кафедры экологии и естествознания КрасГАУ*

**Еремина, И.Ю. Генетика и биометрия:** метод. указания / И.Ю. Еремина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 52 с

Приводится тематический план дисциплины «Генетика и биометрия», содержание лабораторных занятий, критерии оценки и виды контроля знаний, умений, навыков, терминологический словарь.

Предназначено для бакалавров очной формы обучения направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Еремина И.Ю., 2015  
© ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Формирование современного специалиста происходит в новых социально-экономических условиях. Эти условия предъявляют к выпускникам высших учебных заведений достаточно высокие требования, в то же время открываются большие перспективы перед бакалаврами.

Учебная дисциплина «Генетика и биометрия» является теоретической основой для следующих за ней дисциплин: «Биотехнология», «Разведение животных», «Селекционно-ветеринарная генетика», «Генетические основы селекции и воспроизводства сельскохозяйственных животных и птицы». Познавая генетику, студенты овладевают одной из самых интересных и в то же время фундаментальных научных дисциплин, создающих теоретическую и экспериментальную базу высшего зоотехнического образования.

Дисциплина «Генетика и биометрия» преподается на втором курсе в четвертом семестре у бакалавров по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния». Включена в ООП, в цикл математических и естественно-научных дисциплин базовой части. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетика и биометрия» являются биология, морфология животных, ботаника, экология, микробиология и иммунология.

Реализация в дисциплине «Разведение сельскохозяйственных животных» требований ФГОС ВПО, ООП ВПО и учебного плана по направлению (специализация) 36.03.02 «Зоотехния» направлена на формирование следующих компетенции:

(ОК-11) – использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности;

(ПК-5) – способность к обоснованию принятия конкретных технологических решений с учетом особенностей биологии животных;

(ПК-9) – способность проводить зоотехническую оценку животных, основанную на знании их биологических особенностей.

Цель дисциплины «Генетика и биометрия» – дать теоретические и практические знания по общей генетике, цитогенетике, иммуногенетике, биометрии, популяционной генетике, генетике поведения животных, и генетической инженерии.

Отсюда вытекают основные задачи изучения дисциплины:

В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

✓ **знать** основные закономерности наследственности и изменчивости применительно к запросам прикладной генетики сельскохозяйственных животных;

✓ **владеть методами генетического анализа:** гибридологическим, генеалогическим, цитогенетическим, популяционным, биометрическим, *методами биохимической генетики* (иммуногенетики и генетического полиморфизма);

✓ **иметь представления** об этапах развития и о современном состоянии генетики, связи генетики с эволюционным учением, о мутациях в структуре генов (хромосом и генома), о генетике индивидуального развития и генетике популяций, о генетических основах иммунитета;

✓ **уметь выполнять задания** по использованию методов и теоретических положений генетики для решения актуальных задач животноводства, самостоятельно планировать выполнения заданий, определять необходимые методы и приемы работы, анализа, уметь обобщать полученные результаты.

Изучать курс генетики необходимо в следующем порядке. Сначала следует прочитать соответствующие страницы основного учебника, после чего ознакомиться с дополнительной литературой. При чтении следует всегда разбирать рисунки, таблицы и схемы – это очень помогает усвоению материала.

При вторичном чтении материала по теме необходимо приступить к составлению конспекта, что обеспечивает лучшее усвоение материала. По конспекту нужно составить ответы на вопросы для повторения, перечисленные в данных методических указаниях. Студенты обязаны творчески осмыслить, а не зазубрить фактические материалы, поэтому самостоятельная работа должна приближаться к научному исследованию.

Особенностью дисциплины является большое число терминов, владение которыми является необходимым для освоения дисциплины. Поэтому эффективным методом изучения является периодическое внимательное чтение терминов и стремление их запомнить. Для этого полезно письменно самостоятельно формулировать основные понятия с последующей проверкой.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДААННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа). Вид контроля – зачет с оценкой.

### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			3	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4	144	144	
Аудиторные занятия	1,6	56	56	
Лекции (Л)		18	18	
Лабораторные работы (ЛР)		38	38	
Самостоятельная работа (СРБ)	2,4	88	88	
в том числе:				
контрольные работы задачи, расчетное задание)		20	20	
реферат		16	16	
самоподготовка к текущему контролю знаний		12	12	
Вид контроля:				
Зачет с оценкой	-			

### Тематический план

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов	Аудиторная работа		Вне-аудиторная работа
		Л	ЛЗ	
1	2	3	4	5
МОДУЛЬ 1. Наследственность, уровень клетки и молекулы	20	2	8	10
Модульная единица 1.1. Вводная		-	1	2
Модульная единица 1.2. Цитологические основы наследственности. Хромосомная теория наследственности		1	3	4
Модульная единица 1.3. Молекулярные основы наследственности		1	4	4
МОДУЛЬ 2. Наследственность, уровень организма	34	4	10	20
Модульная единица 2.1. Закономерности наследования признаков при взаимодействии аллельных генов		1	4	8
Модульная единица 2.2. Закономерности наследования признаков при взаимодействии неаллельных генов		1	2	6
Модульная единица 2.3. Генетика онтогенеза		1	2	2

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Модульная единица 2.4. Генетика пола, регуляция и переопределение пола		1	2	4
МОДУЛЬ 3. Наследственность и изменчивость на уровне популяции	38	4	6	28
Модульная единица 3.1. Генетика популяций		2	2	8
Модульная единица 3.2. Использование математических методов в генетике (средние величины, коэффициенты корреляции, дисперсионный анализ)		2	4	20
МОДУЛЬ 4. Изменчивость наследуемая	27	4	8	15
Модульная единица 4.1. Онтогенетическая изменчивость		-	2	3
Модульная единица 4.2. Мутации и мутагенез		2	2	4
Модульная единица 4.3. Генетика уродств, врожденных аномалий и профилактика их распространения; болезни с наследственной предрасположенностью, повышение наследственной устойчивости к заболеваниям		2	4	8
МОДУЛЬ 5. Современные направления генетики. Перспективы	25	4	6	15
Модульная единица 5.1. Генетические основы иммунитета, группы крови, биохимический полиморфизм белков		2	2	7
Модульная единица 5.2. Основы биотехнологии и генетической инженерии, трансплантация эмбрионов и трансгенез		2	4	8

## ТЕКУЩИЙ И РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

### Вопросы для подготовки к коллоквиуму

#### *Цитологические основы наследственности*

Клетка как генетическая система. Строение клеток эукариот и прокариот. Роль ядра и других органелл клетки в передаче, сохранении и реализации наследственной информации. Доказательства роли ядра в наследственности. Хромосомы, их строение и химический состав. Гаплоидный и диплоидный наборы хромосом. Геном и кариотип. Аутосомы и половые хромосомы. Методы изучения кариотипа. Организация хромосом на разных стадиях жизни клетки и деления ядра. Митоз, его генетическая сущность и значение в жизни клетки и организма. Митотический цикл и жизненный цикл клетки. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность. Гаметогенез. Оплодотворение. Половой процесс как средство реализации комбинативной изменчивости и обеспечения жизнеспособности организма. Патологии при гаметогенезе и оплодотворении. Положения хромосомной теории наследственности. Линейное расположение генов. Роль кроссинговера, рекомбинации генов в эволюции и

селекции, частота кроссинговера. Генетические и цитологические карты хромосом, их значение. Сцепленное наследование, число групп сцепления.

### *Молекулярные основы наследственности*

Доказательства хранения и передачи генетической информации нуклеиновыми кислотами. Генетическая трансформация. Химическая структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Пиримидиновые и пуриновые основания. Модель структуры ДНК по Уотсону и Крику. Правило комплементарности. Видовая специфичность молекул ДНК. Репликация молекулы ДНК. Вилка репликации. Реализация наследственной информации. Химическая структура и биосинтез белков. Транскрипция. Интроны и экзоны. Сплайсинг. Трансляция. Инициация. Терминация. Генетический код и его свойства. Трилетность, неперекрываемость, вырожденность и универсальность. Колинеарность гена и кодируемого им белка. Объем генетической информации, хранящейся в генах и передаваемых ими. Регуляция активности генов. Теория Жакоба и Моно о механизме регуляции действия генов. Адаптивный синтез ферментов. Оперон. Структурные и регуляторные гены. Негативная и позитивная индукция и репрессия. Обмен генетическим материалом у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация. Лизогения. Лизогенное состояние клеток как возможная причина заболевания животных.

### **Вопросы по курсу «Генетика и биометрия»**

1. Предмет генетики.
2. Современное состояние и проблемы генетики в связи с актуальными проблемами человечества (пищевыми ресурсами, ростом народонаселения, здоровьем человека, охраной окружающей среды и т.д.).
3. Достижения современной генетики и пути ее дальнейшего развития.
4. Сущность явлений наследственности и изменчивости на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном, популяционном уровнях.
5. Основные виды наследственности: ядерная и цитоплазматическая; истинная и ложная.
6. Виды изменчивости: онтогенетическая, модификационная, комбинативная и мутационная.

7. Методы генетики: гибридологический, генеалогический, фенотипический, популяционный, мутационный, рекомбинационный, биометрический анализ, методы биохимической генетики.

8. Обмен генетически материалом у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация.

9. Клетка как генетическая система. Строение клеток эукариот и прокариот.

10. Хромосомы, их строение и химический состав. Гаплоидность и диплоидность

11. Организация хромосом на разных стадиях жизни клетки и делении ядра.

12. Митоз, его генетическая сущность и значение в жизни клетки и организма.

13. Митотический цикл и жизненный цикл клетки.

14. Геном и кариотип. Аутосомы и половые хромосомы.

15. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность.

16. Гаметогенез.

17. Оплодотворение.

18. Патологии при гаметогенезе и оплодотворении.

19. Свойство тотипотентности клеток. Опыт Д. Гердона по доказательству сохранения генетической информации на ранних и последующих этапах онтогенеза.

20. Роль генетической информации на ранних и последующих этапах онтогенеза.

21. Онтогенез. Критические периоды развития.

22. Взаимодействие ядра и цитоплазмы в развитии.

23. Этапы оплодотворения. Роль генетических систем. Норма и патология.

24. Сложная структура и биологическая сущность гена.

25. Влияние гена на развитие признака. Схема реализации гена в признак.

26. Оперон. Структурные и регуляторные гены. Теория Жакоба и Моно о механизме регуляции действия гена.

27. Химическая структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК).

28. Пространственная структура ДНК по Уотсону и Крику. Видовая специфичность молекулы ДНК.

29. Репликация молекулы ДНК. Вилка репликации.

30. Химический состав и биосинтез белков.

31. Транскрипция. Интроны и экзоны. Сплайсинг.



32. Трансляция. Инициация. Терминация. Генетический код.
  33. Понятие о мутабельности гена. Частота мутаций. Генетический груз.
  34. Менделизм как основа генетики. Особенности экспериментального метода Менделя.
  35. Моногибридное, дигибридное и полигибридное скрещивание.
  36. Летальное действие некоторых генов у сельскохозяйственных животных.
  37. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов: копланментарное, эпистатическое, полимерное, модифицирующее действие.
  38. Понятие гомо- и гетерозиготности. Аллельность, множественный аллелизм.
  39. Правила наследования признаков: единообразие первого поколения, расщепление, независимое наследование признаков.
  40. Доминантность и рецессивность. Виды доминирования: полное, неполное, кодоминирование, сверхдоминирование.
  41. Наследственность и среда.
  42. Экспрессивность и пенетрантность генов.
  43. Примеры наследования признаков сельскохозяйственных животных.
  44. Сцепленное наследование признаков и его объяснение.
  45. Определение пола у *Drosophila melanogaster* (сверхсамцы, сверхсамки, интерсексы).
  46. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов.
  47. Кроссинговер: одинарный, множественный, интерференция.
- Влияние генетических и внешних факторов
48. Значение сцепления и кроссинговера в эволюции.
  49. Гомогаметный и гетерогаметный пол.
  50. Хромосомная теория наследственности Моргана. Закон линейного расположения генов в хромосоме.
  51. Перспективы использования генетических карт в практике.
  52. Пол как совокупность признаков, обеспечивающих воспроизводство потомства.
  53. Потенциальная бисексуальность организмов. Типы определения пола у млекопитающих, птиц, мухи дрозофилы.
  54. Характер расщепления при независимом и сцепленном наследовании.

55. Фримартинизм, гермафродитизм, гинандроморфизм, их теоретическое и практическое значение.

56. Балансовая теория определения пола: хромосомный баланс пола, физиологический баланс пола. Общая генная природа этих явлений.

57. Партеногенез, гиногенез и андрогенез, их значение для понимания наследственности и перспектива практического использования.

58. Признаки, ограниченные полом, контролируемые полом и сцепленные с полом. Особенности наследования.

59. Понятие о популяции и чистой линии. Методы их изучения.

60. Характеристика генетической структуры популяции по соотношению генных частот гомозиготных и гетерозиготных генотипов. Закон Харди-Вайнберга и его практическое использование при анализе структуры популяции.

61. Основные факторы, влияющие на генетическую структуру популяции: генные и хромосомные мутации; миграции особей; способ размножения; отбор; случайный генетический тренд (дрейф).

62. Значение инбридинга и скрещиваний для структуры популяции.

63. Воздействие естественного отбора на генотип

64. Популяции: панмиктическая, гетерогенная. Чистая линия.

65. Физические, химические и биологические мутагены.

66. Популяция. Законы Харди-Вайнберга и Пирсона.

67. Понятие о генетических, наследственно-средовых и экзогенных аномалиях.

68. Значение мутационной изменчивости в эволюционном процессе.

69. Классификация мутаций: спонтанные и индуцированные; геномные, хромосомные, генные (точковые); генеративные и соматические: рецессивные и доминантные; прямые и обратные; полезные, нейтральные и вредные (летальные).

70. Проявление мутаций в зависимости от генотипа и среды. Пенетрантность, экспрессивность.

71. Понятие о мутации и мутагенезе. Роль Г. де Фриза и С. Коржинского в развитии теории мутагенеза.

72. Гетероплоидия как одна из причин наследственных аномалий (синдромы Дауна, Эдварса, Патау, Клайнфельтера и др.).

73. Мутагенз как следствие аномальной работы репарационных систем.

74. Закон Н.И. Вавилова о гомологических рядах в наследственной изменчивости и его использование при изучении наследственных болезней.

75. Понятие об иммунитете и иммунной системе организма. Клеточная и гуморальная системы иммунитета.

76. Роль В- и Т-лимфоцитов в работе иммунной системы. Генетический контроль иммунного ответа. Клонально-селекционная теория Бернета.

77. Иммуногенетика – наука о генетическом полиморфизме антигенного состава клеток животных

78. Особенности эритроцитарных антигенов животных и методы их определения.

79. Генетический полиморфизм белков и ферментов крови, молока, яиц, спермы; его использование в селекции.

80. Значение групп крови в селекции

81. Практическое применение генетического полиморфизма в селекции.

82. Генетическая инженерия – целенаправленное изменение генотипа различных органических форм.

83. Понятие об инбридинге и инбредной депрессии, их биологические особенности и генетическая основа.

84. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции. Использование инбридинга в животноводстве при выведении инбредных линий.

85. Гетерозис, его биологические особенности и генетические причины. Гипотезы, объясняющие эффект гетерозиса.

86. Основы генетики поведения. Генетические основы высшей нервной деятельности.

87. Факторы, влияющие на поведение животных: domestикация, селекция, стабилизирующий отбор, стресс и др.

88. Значение открытия нуклеиновых кислот и универсального кода наследственности для понимания эволюции жизни на единой генетической основе.

89. Классификация и особенности типов изменчивости: мутационной, модификационной, коррелятивной, комбинативной.

90. Величины средних значений признака: средняя арифметическая, геометрическая, квадратическая, гармоническая, мода, медиана.

91. Показатели, характеризующие степень изменчивости признака у животных. Биометрические показатели связи между признаками.

92. Понятие о коэффициентах наследуемости и повторяемости. Практическое значение для селекционной работы. Влияние генетических факторов и среды.

93. Генетико-математический анализ полиморфных генетических систем.

94. Связи между признаками: примеры, причины возникновения, показатели изменчивости.

95. Методы изучения наследственности и изменчивости.

96. Графическое изображение вариационного ряда. Правило 3-х сигм.

97. Генные сети.

98. Смена и преемственность парадигмы в генетике.

99. Проблемы изменчивости.

100. Разорванные гены и сплайсинг.

101. Влияние новых технологий на развитие генетики.

102. Пространственная организация генома.

103. Геномная селекция.

104. Перспективные направления развития генетики.

105. ГМО: плюсы и минусы.

106. Современные методы ведения сельского хозяйства.

107. Стволовые клетки: за и против.

108. Цитоплазматическая наследственность.

109. Моногенные болезни.

110. Геномика и транскриптомика.

111. Молекулярные маркёры в генетических исследованиях и в селекции.

## **ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

### **Модуль 1. Наследственность, уровень клетки и молекулы**

#### ***Занятие 1. Вводное***

Предмет генетики. Генетика – одна из основополагающих наук современной биологии. Сущность явлений наследственности и изменчивости на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном, популяционном уровнях.

Основные виды наследственности: ядерная цитоплазматическая наследственность. Истинная, ложная и переходная наследственность. Виды изменчивости: онтогенетическая, модификационная, комбина-

тивная и мутационная. Значение модификационной изменчивости для практики животноводства. Использование других видов изменчивости в селекционной работе. Коррелятивная изменчивость. Творческая роль человека в формировании наследственности и изменчивости организмов.

Методы генетики: гибридологический, генеалогический, фенотипический, популяционный, мутационный, рекомбинационный, биометрический анализ, методы биохимической генетики. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики. Генетика как теоретическая основа селекции сельскохозяйственных животных.

Современное состояние и проблемы генетики в связи с актуальными проблемами человечества (пищевыми ресурсами, ростом народонаселения, здоровьем человека, охраной окружающей среды). Достижения современной генетики и пути ее дальнейшего развития.

## ***Занятие 2. Цитологические основы наследственности***

*Задачи.* Сформировать понятие о клетке как генетической системе. Понятие о кариотипе, гаплоидном и диплоидном наборе хромосом, аутосомах и половых хромосомах. Определить формы патологии митоза, его механизмы. Дополнить представление о сперматогенезе, генетических механизмах патологии мейоза (нерасхождение хромосом). Овладеть методом цитогенетического анализа.

*Основные вопросы.* Морфологическое строение и химический состав хромосом. Типы хромосом. Понятие о кариотипе. Гаметогенез и его стадии. Генетическое значение митоза и мейоза. Отличие митоза от мейоза. Наследственная изменчивость. Кроссинговер. Комбинативная изменчивость. Оплодотворение в норме ( $N$ ) и при патологии ( $pat$ ).

*Словарь.* Хромосома, гистон, гетерохроматин, кариотип, набор гаплоидный, диплоидный, митоз, мейоз, аутосомы, половые хромосомы, гаметогенез, гаметы, оогенез, сперматогенез, кроссинговер, кроссинговерные гаметы, кроссинговерные особи, конъюгация, оплодотворение, полиандрия, полигения, центромера, теломеры, хиазмы, гомологичные хромосомы, соматические клетки, хроматиды.

## *Вопросы для самоконтроля*

1. Укажите фазы митоза. Назовите типы метафазных хромосом.
2. Почему гаплоидные растения томатов обычно не дают семян и размножаются только вегетативно?
3. Как будет вести себя дицентрическая (имеющая две центромеры) хромосома в анафазе 1 мейоза? Каковы последствия этих событий для гамет?
4. Какие хромосомы называются гомологичными? Как установить гомологичность хромосом?
5. В чем разница между понятиями клеточный цикл и митоз?
6. Вследствие каких событий в мейозе у одной клетки с диплоидным набором хромосом  $2n$  могут возникнуть четыре генетически неидентичные клетки с гаплоидным набором хромосом  $n$ ?
7. Какие дополнительные структуры клетки выявляет электронный микроскоп в сравнении со световым?
8. Какие структуры имеются в растительных клетках, но отсутствуют в животных; имеются в животных клетках, но отсутствуют в растительных?

*Темы рефератов.* Объем и организация генетической информации в животном мире. Строение и функции животной и растительной клеток. Современное представление о строении и функции ядра клетки. Цитология размножения. Половой процесс и его биологическая сущность.

### ***2.1. Хромосомная теория наследственности***

*Задачи.* Понять сущность хромосомной теории наследственности. Роль кроссинговера в процессе мейоза как дополнительного механизма рекомбинации генов.

*Основные вопросы.* Положения хромосомной теории наследственности. Линейное расположение генов. Роль кроссинговера, рекомбинации генов в эволюции и селекции, частота кроссинговера. Генетические и цитологические карты хромосом, их значение. Сцепленное наследование, число групп сцепления.

*Словарь.* Сцепление генов, сцепление признаков, кроссоверные гаметы, кроссоверные особи, морганида, частота кроссинговера, картирование генов, карты хромосом, группы сцепления, сила сцепления, сцепление полное и неполное.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие факты, полученные при изучении сцепления и кроссинговера между генами, подтверждают хромосомную теорию наследственности?

2. Какие механизмы приводят к появлению организмов-мозаиков по признаку, детерминаты которого находятся в X-хромосоме дрозофилы?

3. К каким последствиям приводит соматический кроссинговер у высших эукариот?

4. Какие гаметы образует тригетерозигота по сцепленным генам AaBbEe при наличии полной положительной хроматидной интерференции?

*Темы рефератов.* Генетические и цитологические карты хромосом: значение, принципы построения.

### ***Занятие 3. Молекулярные основы наследственности***

*Задачи.* Изучить роль ДНК и РНК в передаче генетической информации у прокариот и эукариот. Усвоить процесс реализации наследственной информации в N и pat. Составить представление о структуре гена.

*Основные вопросы.* Структуры ДНК и РНК – сходство и различие. Матричные процессы в клетке: репликация ДНК, репарация, транскрипция, сплайсинг, трансляция, биосинтез. Виды РНК и их функция. Строение гена, основные функции гена. Схема реализации гена в признак.

*Словарь.* Нуклеиновые кислоты, нуклеотид, азотистые основания, принцип комплементарности, генетический код, триплет, свойства генетического кода, белок, аминокислота, репликация ДНК, репарация, транскрипция, трансляция, трансформация, трансдукция, сплайсинг, ген, генная инженерия, экзон, интрон, полирибосома, оперон, структурные гены, трансгеноз, полипептид, фрагменты Оказаки, элонгация.

### *Вопросы для самоконтроля.*

1. Что такое фрагменты Оказаки?
2. Какие пуриновые и пиримидиновые основания входят в ДНК и РНК?
3. Учитывая, что ДНК-полимераза наращивает полидезоксид-

рибонуклеотид только в одном направлении, изобразите на схеме вилки репликации два пути синтеза комплиментарной цепи.

4. Какие белки работают в вилке репликации *E.coli*?

5. Что такое оперон? Какова функциональная структура оперона?

*Темы рефератов.* Интересные открытия последних лет в области молекулярной генетики. Возрастная изменчивость состава белков. Современные представления о структуре и функциях генов.

## **МОДУЛЬ 2. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ, УРОВЕНЬ ОРГАНИЗМА. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРИ ПОЛОВОМ РАЗМНОЖЕНИИ**

### ***Занятие 4. Генетический анализ наследования качественных признаков. Гибридологический анализ***

*Цель* – изучить основные закономерности наследования и освоить методы генетического анализа.

*Задачи.* Усвоить методы изучения принципов наследования признаков, узнать основные правила наследования. Получить понятие о генотипе и фенотипе, гомозиготе и гетерозиготе, аллелизме и аллельных генах.

*Основные вопросы.* Основные положения гибридологического метода. Закономерности наследования, открытые Г. Менделем. Скрещивания моногибридное и дигибридное. Доминантность и рецессивность. Аллельные гены и множественный аллелизм.

*Словарь.* Гибрид, правило чистоты гамет, генотип, фенотип, доминирование, рецессивность, аллель, аллельные гены, гомозиготность, гетерозиготность. Скрещивания: анализирующее, возвратное, реципрокное, моно- и дигибридное.

### ***Занятие 5. Закономерности наследования признаков при взаимодействии аллельных генов***

*Задачи.* Выяснить особенности расщепления соотношения по генотипу и фенотипу при различных типах взаимодействия аллельных генов; особенности расщепления в потомстве при скрещивании различных генотипов.

*Основные вопросы.* Доминирование полное и неполное, отличия в расщеплении. Промежуточный тип наследования, сходство и



отличие от неполного доминирования. Примеры и практическое значение кодоминирования, сверхдоминирования. Примеры множественного аллелизма. Доминирование, связанное с полом.

*Словарь.* Доминирование полное и неполное, связанное с полом, сверхдоминирование, кодоминирование, множественный аллелизм, промежуточный тип наследования, гетерозис, экспрессивность, плейотропность, пенетрантность, летальные гены.

## ***Занятие 6. Закономерности наследования признаков при взаимодействии неаллельных генов***

### ***6.1. Ди- и полигибридное скрещивание***

*Задачи.* Выяснить особенности расщепления по генотипу и фенотипу при полигибридном скрещивании. Усвоить третий закон (правило) Менделя.

*Основные вопросы.* Скрещивания, называемые дигибридным и полигибридным. Цитологические основы моно- и дигибридного скрещивания. Закон независимого наследования признаков у полигибридов.

*Словарь.* Дигибрид, полигибрид, неаллельные гены.

### ***6.2 Взаимодействие неаллельных генов***

*Задачи.* Усвоить типы взаимодействия неаллельных генов. Особенности при расщеплении, отклонение от классического менделевского расщепления, наследование количественных признаков.

*Словарь.* Комплементарность, модификация, ген-модификатор, эпистаз, ген эпистатичный, гипостатичный, доминантный эпистаз, рецессивный эпистаз, полимерия кумулятивная и некумулятивная, аддитивное действие генов.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Сколько фенотипических классов можно выявить в потомстве от самоопыления при условии неполного доминирования?
2. Выписать все типы гамет, образуемые особью с генотипом  $AabbCcDdKk$ .
3. Сколько фенотипических классов при неполном доминировании по всем генам можно выявить во втором поколении у тригетерозигот?
4. Чем отличается явление доминирования от эпистаза?

## ***Занятие 7. Генетика онтогенеза***

*Цель* – сформировать представление о целостности и дискретности организма в процессе онтогенеза.

### ***7.1. Онтогенез и стабильность генетической информации***

*Задачи.* Ознакомиться с опытами Дж. Гердона по доказательству сохранения генетической информации соматических клеток в онтогенезе. Изучить проявление генетической нормы реакции организма в различных условиях среды.

*Основные вопросы.* Критические периоды в развитии, взаимодействие ядра и цитоплазмы, дифференциальная активность генов на разных этапах онтогенеза.

*Словарь.* Онтогенез, тотипотентность, детерминация, апоптоз.

### ***7.2. Регуляция работы гена***

*Задачи.* Изучить гипотезы о регуляции работы гена, связь между активностью генов и конечным продуктом синтеза. Выяснить разницу в регуляции синтеза различных белков.

*Основные вопросы.* Понятие о гипотезе «Модель оперона». Суть теории Ф. Жакоба и Ж. Моно. Строение оперона. Работа генов - оператора, промотора, регулятора. Понятие о координированной индукции и координированной репрессии.

*Словарь.* «Модель оперона», репрессия, индукция, корепрессор, апорепрессор, оператор, промотор, конститутивные мутанты, координированная индукция, координированная репрессия, экспрессия.

*Темы рефератов.* Возрастная изменчивость состава белков. Условия внешней среды и критические периоды в развитии организма. Пути управления онтогенезом. Современные представления о строении и функциях гена. Эпигенетика.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. На каких уровнях осуществляется регуляция действия гена?
2. Что такое оперон?
3. В чем состоит различие между негативной и позитивной регуляцией?
4. Как возникают гинандроморфы и мозаики?

## ***Занятие 8. Наследование пола и сцепленных с полом признаков***

*Задачи.* Изучить хромосомный механизм определения пола. Усвоить основные понятия генетики пола, характеризующие норму и патологию на примерах опытов Моргана и Бриджеса. Выяснить закономерности наследования признаков, сцепленных с полом.

*Основные вопросы.* Гомо- и гетерозиготность пола. Типы хромосомного определения пола. Сущность балансовой теории определения пола. Хромосомные болезни, вызванные нерасхождением половых хромосом. Наследование признаков, сцепленных с полом и ограниченных полом. Влияние среды и гормонов на определение и переопределение пола у организмов.

*Словарь.* Гомогаметный пол, гетерогаметный пол, бисексуальность, интерсексуальность, гермафродитизм, псевдогермафродитизм, сцепление с полом, нерасхождение половых хромосом, моносомия, трисомия, тетрасомия, пентасомия, партеногенез, гиногенез, андрогенез, сверхсамцы, сверхсамки.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие признаки называют ограниченными полом?
2. Какие способы регуляции пола существуют?
3. Что такое фримартинизм и причины его возникновения?
4. Какой пол будет у дрозофил, имеющих следующие наборы хромосом:  $3X+3A$ ,  $3X+2A$ ,  $2X+3A$ ,  $2X+2A$ ,  $XXY+2A$ ,  $XO+2A$ ?
5. Какие типы гамет и в каком соотношении образует самец тутового шелкопряда со сцепленными половыми хромосомами, если он гетерозиготен по генам «а», «в», «с», расположенным на расстоянии 5,20 и 40 сМ от центромеры?

*Темы рефератов.* Синдромы Клайнфельтера, Шершевского-Тернера у человека и аналогичные им у животных. Половой хроматин – объект диагностики заболеваний человека и животных. Генное переопределение пола. Влияние среды и гормонов на определение и переопределение пола.

## МОДУЛЬ 3. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ НА УРОВНЕ ПОПУЛЯЦИИ

### *Занятие 9. Наследственность и изменчивость на уровне популяции*

*Задачи.* Для понимания сути эволюционного процесса четко усвоить понятие популяции, ее генетическую структуру и возможные изменения внутри популяции. Изучить факторы генетической динамики популяции и проанализировать влияние каждого из них. Овладеть популяционным методом.

*Основные вопросы.* Популяция и чистая линия, в чем различия между ними? Закон Харди-Вайнберга. Структура популяции, основные факторы динамики популяции и их влияние на структуру популяции. Различия в темпах изменения структуры популяции при отборе по доминантным и рецессивным признакам. Понятие о генофонде, понятие генетического равновесия. Генетические основы гетерозиса.

*Словарь.* Популяция, панмиксия, генетическая структура популяции, генофонд, отбор, чистая линия, скрещивание стабилизирующее, гетерозис, инбредная депрессия, дрейф генов, полиморфизм, популяция.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Перечислите факторы динамики популяции.
2. Альбиносы у растений летальны, однако у многих видов они довольно часто проявляются в виде проростков в потомстве у нормальных растений. Если альбиносы гибнут, то почему они полностью не исчезают?
3. Что такое полиморфизм популяции, какой величиной он характеризуется?
4. В каких случаях эффективен массовый отбор?
5. Укажите положительные и отрицательные стороны инбридинга у домашних животных.
6. В каких случаях возможно закрепление гетерозиса?
7. Почему триплоидные сорта некоторых видов растений считаются более ценными, чем диллоидные?
8. Каково значение спонтанных и индуцированных мутаций в селекции высших растений, животных и микроорганизмов

*Темы рефератов.* Влияние инбридинга на выщепление рецессивных летальных генов. Генетический груз в популяциях на примере животных и человека. Мутационный процесс и селекция. Гетерозис: гипотезы и реальность.

### **9.1. Основы генетики поведения**

*Задачи.* Составить представление о процессе генетической обусловленности поведения животных.

*Основные вопросы.* Основные формы поведения животных. Влияние факторов среды и материнского организма на поведение и адаптацию организма животных. Факторы, влияющие на поведение животных: domestикация, селекция, стабилизирующий отбор, стресс и др. Использование генетически обусловленного поведения животных в селекционной практике.

*Словарь.* Этология, адаптация, плейотропия.

*Темы рефератов.* Гены, влияющие на биоритмы. Основные формы поведения животных. Влияние domestикации на поведение животных (генетические аспекты). Примеры использования генетически обусловленного поведения животных в селекционной практике. Краткое сообщение о науке «психогенетика». Что такое евгеника?

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие основные задачи решает раздел «генетика поведения»?
2. Назовите основные признаки, по которым осуществляется генетический анализ поведения.
3. Наследуется ли криминальное поведение у людей?

### **Занятие 10, 11. Генетико-математические методы анализа количественных и качественных признаков**

*Задачи.* Научиться использовать математические методы для решения селекционно-генетических задач.

*Основные вопросы.* Понятие о биометрии и основных ее направлениях. Средний уровень варьирующего признака в выборочной или генеральной совокупности особей. Величины средних значений признака. Показатели, характеризующие степень изменчивости признака у животных. Типы распределения варьирующих признаков (нормаль-

ное, биномиальное, асимметрическое, эксцессивное, трансгрессивное). Биометрические показатели связи между признаками. Определение статистических ошибок и достоверности разности между средними двух выборок. Использование критерия «хи-квадрат». Понятие о коэффициентах наследуемости ( $h^2$ ) и повторяемости ( $\gamma$ ). Практическое значение этих коэффициентов для селекционной работы при прогнозировании эффективности отбора. Влияние на коэффициенты наследуемости и повторяемости генотипических и паратипических факторов и взаимодействие генотипа и среды.

*Словарь.* Биометрия, корреляция, коэффициент наследуемости, генеральная совокупность, выборка, репрезентативная выборка.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое количественные и качественные признаки?
2. Что такое среднее квадратическое отклонение и для чего его определяют?
3. Для чего определяют коэффициент корреляции?
4. Как определить соответствие теоретического и фактического распределения?

## **МОДУЛЬ 4. ИЗМЕНЧИВОСТЬ НАСЛЕДУЕМАЯ**

### ***Занятие 12, 13 Изменчивость генетического материала. Проблема направленного мутагенеза и его значение в селекции вирусов, растений и животных***

*Задачи.* Разобраться в современной классификации и сути каждого вида изменчивости. Сформировать понятие о мутациях и мутагенезе. Познакомиться с основными этапами в изучении данных вопросов. Изучить классификацию мутаций и подробно разобраться с каждым из видов мутаций.

*Основные вопросы.* Классификация и особенности типов изменчивости: мутационная, модификационная, коррелятивная, комбинативная. Наследственная изменчивость (гибридная и мутационная). Мутация, мутагенез, мутагенный фактор. Основные положения мутагенной теории. Классификация мутаций. Хромосомные и генные мутации, причины их возникновения. Практическое и эволюционное значение мутаций. Влияние мутаций на жизнеспособность и воспроизводительную функцию животных. Закон Н.И. Вавилова о роли го-

мологических рядов в наследственной изменчивости, его значение. Мутагены, используемые для получения мутаций.

*Словарь.* Изменчивость, мутация, мутант, мутагенез, модификация, анеуплоидия, полиплоидия, мозаицизм, химеризм, транслокация, инверсия, делеция, дупликация, мутабельность генов, ген-модификатор, ген-мутатор, мутагены.

### *Вопросы самоконтроля*

1. Какие способы классификации мутаций вам известны?
2. В чем заключается физиологическая гипотеза мутационного процесса, кем она впервые была высказана?
3. Какая из трех типов мутаций, происходящих у человека: аутосомная рецессивная, аутосомная доминантная, сцепленная с полом рецессивная, – имеет наибольшие шансы проявиться в следующем поколении?
4. Почему инверсии называют запирающими кроссинговера?
5. Как называется, организм с набором хромосом  $2n-1$ ?
6. Где мутации фиксируются чаще: в интронах или экзонах? Почему?
7. Какие типы хромосомных перестроек необходимы для возникновения новых генов?
8. Чем объясняется варьирование признаков в гомозиготных (чистых) линиях растений?
9. Как доказать, является изучаемая форма фенотипом или мутантом?

*Темы рефератов.* Практическое и эволюционное значение полиплоидии. Влияние хромосомных перестроек на изменение признаков, жизнеспособность, воспроизводительные функции организма и значение их в эволюции (на примере конкретных видов животных). Вирусы и бактерии как факторы мутагенеза. Генетические последствия загрязнения окружающей среды. Применение биологически активных веществ для получения желательной модификационной изменчивости. Мутационный процесс и селекция.

## ***Занятие 14, 15. Наследование аномалий. Методы профилактики распространения аномалий***

*Задачи.* Определить наследование аномалий как проявление плейотропии, пенетрантности и экспрессивности летальных и сублетальных генов. Аномалии как нарушение кариотипа.

*Основные вопросы.* Определить гены летальные и сублетальные. Сублетальность как проявление экспрессивности пенетрантного гена. Понятия «пенетрантность» и «экспрессивность». Кариотип. Правила построения кариограмм. Какие хромосомные перестройки видны на кариограммах?

*Словарь.* Гены: летальный и сублетальный, пенетрантность, экспрессивность, кариограмма, плейотропия.

*Темы рефератов.* Генетический анализ в изучении этиологии врожденных аномалий. Генетические и наследственно-средовые аномалии у животных разных видов. Генетический мониторинг вредных мутаций в популяциях животных. Оценка генофонда пород, линий, семейств и потомства отдельных производителей к заболеваниям с наследственной предрасположенностью. Методы проверки производителей на гетерозиготное носительство вредных рецессивных генов. Генетические маркеры наследственных аномалий.

### ***Вопросы для самоконтроля***

1. Как определяется тип наследования аномалий?
2. Что такое генетические, наследственно-средовые и экзогенные аномалии?
3. Что такое тератология?

## ***Занятие 16. Генетические основы иммунитета. Естественная резистентность, повышение наследственной устойчивости к заболеваниям***

*Задачи.* Сформировать понятие генетической детерминантности иммунитета и иммунной системы организма.

*Основные вопросы.* Неспецифические факторы иммунитета, специфический иммунитет. Клеточная и гуморальная системы иммунитета. Генетический контроль иммунного ответа. Теории иммунитета.

*Словарь.* Иммуноглобулины, иммунитет, аллотип, иммунный ответ.



*Темы рефератов.* Структура и генетический контроль синтеза иммуноглобулинов. Теории иммунитета: клонально-селекционная теория Бернета, теория «репрессии-депрессии». Дефекты иммунной системы. Маркеры генетической резистентности или восприимчивости к некоторым болезням. Подбор при селекции на резистентность к заболеваниям. Перспективы использования трансплантации эмбрионов и клонирования генотипов при селекции на устойчивость животных к заболеваниям.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем сущность клонально-селекционной теории Ф. Бернета?
2. Что такое комбинированный иммунодефицит?
3. Какие системы иммунитета вы знаете?

## **МОДУЛЬ 5. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕТИКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ**

### ***Занятие 17. Маркерная селекция. Полиморфизм групп крови и белков***

*Задачи.* Изучить виды маркерной селекции, полиморфизм групп крови и белков, их генетическую природу, методы определения и характер наследования. Усвоить основные принципы использования групп крови и биохимического полиморфизма в практике и исследованиях по генетике и селекции.

*Основные вопросы.* Биохимический полиморфизм белков и его генетическая природа, характер наследования. Способы выявления биохимических полиморфных систем. Реакция антиген-антитело. Значение биохимического полиморфизма белков для селекции. Изоантигенные различия эритроцитов и сыворотки крови. Способы выявления биохимических полиморфных систем. Значение биохимического полиморфизма белков для селекции.

*Словарь.* Иммуногенетика, антиген, антигенность, иммуногенность, антигенная специфичность, антигенная валентность, генетическая система групп крови, феногруппа, реакция гемолиза, реакция агглютинации, полиаллельная система групп крови, монофакторная система группы крови, монозиготные близнецы, дизиготные близнецы, фримартинизм, полиморфный ген, иммуногенетический анализ.

## *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое иммуногенетика?
2. Как наследуются группы крови у сельскохозяйственных животных?
3. Каковы основы методики определения групп крови у сельскохозяйственных животных?
4. Почему возникает гемолитическая болезнь жеребят и поросят?
5. Что Вы знаете о корреляции между группами крови и продуктивностью животных?

*Темы рефератов.* Маркерная селекция. Биохимический полиморфизм белков в селекции животных. Использование иммуногенетических маркеров групп крови в практике животноводства. Полиморфизм групп крови и белков в проведении межпородной и межлинейной дифференциации.

## ***Занятие 18, 19. Генетическая инженерия и биотехнология***

*Задачи.* Получить представление о современном состоянии генетики, ее передовых направлениях: генетической инженерии и биотехнологии.

*Основные вопросы.* Генетическая инженерия – целенаправленное изменение генотипа органических форм. Клеточная, геномная и хромосомная инженерия. Генная инженерия. Переносчики генетической информации (векторы). Схема встройки чужеродного гена в фаговый вектор. Принципиальная схема введения чужеродного гена в организм животных. Определение последовательности нуклеотидов ДНК. Современные методики биотехнологии воспроизводства сельскохозяйственных животных. Трансплантация эмбрионов. Получение зигот и эмбрионов в организме донора и их оценка по пригодности к пересадке в организм реципиента. Отбор и подготовка реципиентов, пригодных для использования и приема трансплантантов. Биотехнология оплодотворения в условиях *in vitro*. Получение трансгенных животных.

*Словарь.* Генетическая инженерия, ферменты, векторы, фаг, трансплантация, химерные организмы (химеры), трансгеноз, трансгенный организм.

*Темы рефератов.* Клеточная инженерия. Геномная и хромосомная инженерия. Генная инженерия. Современные методики биотехнологии воспроизводства сельскохозяйственных животных. Получение трансгенных животных. Нехромосомная наследственность: изучение митохондриальной ДНК у человека. Протеомика.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое трансдукция?
2. Может ли лизогенное состояние клеток служить причиной возникновения некоторых болезней животных?
3. Что такое гибридизация ДНК?
4. Каковы перспективы использования генетической инженерии?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### *Основная литература*

1. Бакай, А.В. Генетика / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко. – М.: КолосС, 2007.
2. Курбатов, А.И. Практикум по генетике: Ч. I–II / А.И. Курбатов. – Красноярск, 1984.
3. Меркурьева, Е.К. Генетика с основами биометрии / Е.К. Меркурьева, Г.Н. Шальгин-Березовский. – М.: 1985.
4. Еремина, И.Ю. Генетика и биометрия: УМК / И.Ю. Еремина. – Красноярск, Изд-во КрасГАУ, 2014.
5. Еремина, И.Ю. Генетика: УМК / И.Ю. Еремина, О.А. Логачева. – Красноярск, Изд-во КрасГАУ, 2008.
6. Олов, Н.Н. Сборник задач по общей генетике / Н.Н. Олов [и др.]. – М., 2001.
7. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002.

#### *Дополнительная литература*

1. Инге-Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов. – М.: Высш. шк., 1989.
2. Гершензон, С.М. Основы современной генетики / С.М. Гершензон. – М., 1983.

3. Лобашев, М.Е. Генетика / М.Е. Лобашев. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1967.
4. Кайданов, Л.З. Генетика популяций / Л.З. Кайданов. – М.: Высш. шк., 1996.
5. Айала, Ф. Современная генетика / Ф. Айла, Дж. Кайгер. – М.: Мир, 1987.
6. Петухов, В.Л. и др. Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики / В.Л. Петухов [и др.]. – М., 1984.
7. Азимов, А. Генетический код. От теории эволюции до расшифровки ДНК / А. Азимов. – М.: Центрполиграф, 2006.

### *Электронные ресурсы*

1. <http://www.hij.ru/> – Химия и жизнь, научно-популярный журнал.
2. <http://celltranspl.ru/avtoram> – Клеточная Трансплантология и Тканевая Инженерия.
3. <http://www.bd.com/ru/> – Российский сайт BD (Бектон, Дикинсон энд Компани).
4. <http://www.bdbiosciences.com/eu/index.jsp>.
5. <http://www.bdbiosciences.com/eu/resources/neuroscience/index.jsp>.
6. [www.glossary.ru](http://www.glossary.ru) – Служба тематических толковых словарей.
7. <http://www.umbc.edu/biosci/> – National Center for Biotechnology Information.
8. <http://www.bdbiosciences.com/resources/index.jsp>.
9. <http://www.jove.com/subscribe/subscribed-institutions>.

### *Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям*

1. Четвертакова, Е.В. Молекулярные основы наследственности: метод. указания / Е.В. Четвертакова А.И. Голубков. – Красноярск, 2011. – 33 с.
2. Четвертакова, Е.В. Цитологические основы наследственности: метод. указания / Е.В. Четвертакова. – Красноярск: 2010. – 54 с.
3. Четвертакова, Е.В. Сборник задач по генетике / Е.В. Четвертакова, И.Ю. Еремина. Красноярск, 2014. – 100 с.

## *Программное обеспечение*

1. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М.С. Гилярова. – Электрон. текстовые дан. – М.: ДиректМедиаПаб-лишинг, 2006. – 1 эл. Опт .диск (CD-ROM). – (Электронная Библио-тека ДМ; 74) (Классика энциклопедий). – Систем. требования: IBM PC 486; 16 MB RAM; CD-ROM; SVGA.

2. Ккомпьютерная техники (3–5 единиц) с возможностями работы в EXCEL, STATISTICA, AGROS.

3. Базы данных, включая базу молекулярно-генетических данных NationalCentreofBiotechnologyInformation (NCBI), информа-ционно-справочные и поисковыесистемы Google, Yandex, Rambler, реферативная база данных Агрикола и ВИНТИ, научная электрон-ная библиотека e-library.

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

**Виды текущего контроля** – реферат, тестирование, зачет. Те-кущий контроль проводится систематически с целью установления уровня овладения студентами учебным материалом.

В течение семестра в соответствии с рабочей программой про-водится опрос по генетическим терминам, проверка СРС (в том чис-ле задачи), два коллоквиума, не менее двух рефератов и тесты по ка-ждому модулю. Выполнение этих работ является обязательным для всех студентов, а результаты являются основанием для выставления оценок текущего контроля.

**Промежуточный контроль** – зачет. Курс может быть зачтен при условии выполнения заданий и набора не менее 60 баллов в соот-ветствии с рейтинг-планом.

Дополнительные баллы:

1) по дисциплине проводится олимпиада, участие командное: за участие от 5 до 10 баллов, в зависимости от активности. За победу – 20–25 баллов;

2) исследовательская работа с последующим написанием статьи и выступлением на студенческой конференции – 20–25 баллов;

3) дополнительные рефераты с защитой – до 10 баллов.

**Рейтинг-план по дисциплине «Генетика и биометрия» для студентов  
2 курса специальности 111100.62 «Зоотехния»**

Дисциплинарный модуль	Текущая работа (ТК) (баллы)	Промежуточный контроль (ПК) (баллы)	Общее количество баллов
Дисциплинарный модуль 1	Термины 2 (до 6)	Коллоквиум (15)	26
	СРС № 1 Кариограмма (5)		
	СРС № 2 Задачи (5)		
Дисциплинарный модуль 2	Термины 2 (до 6)	Тест (10)	26
	СРС №3 Задачи(10)		
Дисциплинарный модуль 3	Термины 2 (до 6)	Тест (5)	21
	СРС № 4 Расчетное задание (10)		
Дисциплинарный модуль 4	Термины (до 3) СРС № 5 Реферат (10)		13
Дисциплинарный модуль 5	Термины (до 4) СРС № 5 Реферат (10)		14

**Шкала оценок:** 60–72 балла – оценка «удовлетворительно» / зачтено; 73–86 баллов – оценка «хорошо» / зачтено; 87–100 баллов – оценка «отлично» / зачтено». Ниже 60 баллов – оценка «неудовлетворительно» или не зачтено.

## ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

**Адаптация** – процесс приспособления строения и функций организмов (особей, популяций, видов) и их органов к условиям изменяющейся окружающей среды.

**Аллели множественные** – форма существования гена в двух и более аллелях, из которых любые две могут находиться в соответствующих локусах гомологичных хромосом. (см. множественный аллелизм).

**Аллель** – одна из двух или более альтернативных форм гена, каждая из которых характеризуется уникальной последовательностью нуклеотидов (различные аллели данного гена обычно распознаются фенотипически).

**Аллельные гены** – видоизменения одного и того же гена.

**Аминокислота** – мономер белков, класс органических соединений, содержащий карбоксильную и аминогруппы.

**Анализирующее скрещивание** – скрещивание организма неизвестного генотипа с организмом гомозиготным по рецессивной аллели изучаемого гена.

**Андрогенез** (мужской партеногенез) – 1) процесс развития яйца, при котором после оплодотворения яйцеклетки материнское ядро рассасывается, возникающий гаплоидный организм называется андрогенетическим, содержащим только хромосомный набор отца; 2) процесс возникновения растения из микроспоры или пыльцевого зерна, либо через гаметический эмбриогенез, либо с образованием каллуса.

**Анеуплоидия** – мутация по числу хромосом, при которой нормальное число хромосом увеличивается или уменьшается менее чем на целый набор.

**Антиген** – любое вещество, несущее признак генетической чужеродности, которое, попадая в организм, вызывает иммунный ответ (индуцирует синтез антител).

**Антигенность** – способность вызывать иммунный ответ (образование антител и соединение с ними) в организме.

**Антиген-антитело реакция** – специфическое связывание антигена с соответствующим антителом, приводящее к образованию иммунного комплекса.

**Антигенная специфичность** – особенности, по которым антигены отличаются друг от друга.

**Антикодон** – три смежных нуклеотида в молекуле тРНК, которые комплементарны и кодируются соответствующими триплетами в молекуле мРНК в процессе синтеза белка.

**Антимутагены** – факторы, снижающие частоту мутаций. К их числу относятся разнообразные по своей химической природе соединения.

**Антитело** – белок (иммуноглобулин), синтезируемый В-лимфоцитами в ответ на попадание в организм различных антигенов и специфически с ними взаимодействующий.

**Апорепрессор** – белок, продукт гена-регулятора, который сам по себе не способен взаимодействовать с оператором, но может активизироваться корепрессором с образованием активного репрессора.

**Аптоз** – многоэтапный процесс уменьшения объема клеток, конечный результат которого разрушение и исчезновение клеток

**Аутосомы** – все хромосомы в клетках раздельнополых животных, растений и грибов, за исключением половых хромосом.

**Белок-репрессор** – способен связываться с оператором на ДНК или РНК, предотвращая соответственно транскрипцию или трансляцию.

**Биометрия** – математическая статистика в биологии.

**Бисексуальность** – способность организма при определенных условиях формировать мужской или женский тип.

**Ведущая цепь** (лидирующая) – цепь ДНК, синтезирующаяся непрерывно в 5'-3' направлении.

**Вектор** – самореплицирующаяся молекула ДНК (например, бактериальная плазида), используемая в генной инженерии для переноса генов от организма-донора в организм-реципиент, а также для клонирования нуклеотидных последовательностей.

**Возвратное скрещивание** – скрещивание гибрида первого поколения с одной из родительских форм или аналогичной по генотипу формой.

**Вырожденность гена** – свойство, при котором одни и те же белки кодируются разными генами.

**Вырожденность кода** – свойство, при котором одна аминокислота кодируется одним или несколькими триплетами.

**Выборка** (выборочная совокупность) – часть объектов из генеральной совокупности, отобранных для изучения, с тем чтобы сделать заключение о всей генеральной совокупности.



**Выборка репрезентативная** – выборка, имеющая такое же распределение относительных характеристик, что и генеральная совокупность.

**Гамета** – половая клетка, содержащая гаплоидный набор хромосом, т.е. по одной копии каждой хромосомы и одну половую хромосому. Репродуктивная гаплоидная клетка многоклеточного организма.

**Гаметогенез** – развитие половых клеток; совокупность последовательных биохимических и физиологических преобразований, в результате которых образуются половые клетки. Различают овогенез и сперматогенез.

**Гаплоидный набор хромосом** – хромосомный набор гамет, в котором каждая хромосома представлена только одной копией.

**Гаплоид** – ядро, клетка, организм, характеризующиеся набором хромосом, представляющим половину полного набора свойственного виду (символ  $n$ ).

**Гемизиготность** – состояние, когда особь имеет только одну дозу определенных генов и, следовательно, не может быть ни гомо-, ни гетерозиготной. Гемизиготными по некоторым генам, локализованным в X-хромосоме, являются самцы двукрылых насекомых, млекопитающих, самки птиц.

**Ген** – транскрибируемый участок хромосомы, кодирующий функциональный белок, либо тРНК или рРНК.

**Генеральная совокупность** – вся изучаемая выборочным методом статистическая совокупность объектов.

**Генетический код** – система записи генетической информации в виде последовательности нуклеотидов, в которой каждые три нуклеотида, составляющие кодон, кодируют одну аминокислоту. Состоит из 64 кодонов, кодирующих все 20 аминокислот и три терминирующих кодона.

**Генетический полиморфизм** – наличие двух или более аллельных форм отдельных генов.

**Генетическая система крови** – сумма всех систем групп крови одной особи.

**Ген-модификатор** – неаллельный ген, изменяющий фенотипическое проявление признака, контролируемого, в основном, другим геном. Самостоятельно не проявляется, но может усиливать или ослаблять действие главного гена.

**Ген-мутатор** – ген, повышающий скорость мутирования другого гена в организме.

**Генетический груз** – наличие в популяции и в виде летальных и других отрицательных мутаций, вызывающих при переходе в гомозиготное состояние гибель или снижение их жизнеспособности.

**Геном** – совокупность генов гаплоидного набора хромосом данного организма.

**Генотип** – генетическая конструкция организма, набор всех его аллелей.

**Генофонд** – складывается из всего разнообразия генов и аллелей, имеющегося в популяции, размножающейся половым путем. Популяция с изменяющимся генофондом претерпевает эволюционные изменения.

**Генная инженерия** – область исследований, технологии, связанная с переносом генов от одного организма к другим и направленная на создание новых или реконструирование существующих организмов.

**Ген-регулятор** – ген, кодирующий белок-репрессор, который связывается с оператором и регулирует транскрипцию «своего» оперона.

**Гермафродитизм** – наличие у одной особи одновременно мужских и женских половых органов. Широко распространено у низших животных.

**Гетерогаметный пол** – пол, образующий два типа гамет, различающихся по половым хромосомам. В системе XX-XY и XX-XO гетерогаметен мужской, а в системе ZZ-ZW и ZZ-ZO женский пол. Определение пола по типу XX-XY встречается у большинства организмов млекопитающих, двукрылых насекомых, рыб; XX-XO у некоторых клопов. Система ZZ-ZW и ее производная ZZ-ZO распространена меньше. Гетерогаметность женского пола обнаружена у ручейников, бабочек, некоторых рыб, амфибий и почти у всех птиц, среди растений у клубники (см. гомогаметный пол).

**Гетерозигота** – организм, в геноме которого имеются одна или несколько пар различающихся аллелей.

**Гетерозис (сверхдоминирование, гибридная сила)** – отбор в пользу гетерозигот, когда обе гомозиготы имеют пониженную по сравнению с гетерозиготами приспособленность, в результате возрастает продуктивность и жизнеспособность у гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

**Гетерохроматин** – область хромосомы или целая хромосома с очень компактно упакованным хроматином, который неактивен в отношении транскрипции.

**Гибрид** – особь, полученная в результате скрещивания между генетически различающимися родительскими типами. Каждая гетерозигота является гибридом и несет в своем генотипе две разных аллели одного гена.

**Гибридизация ДНК** – спаривание двух молекул ДНК, часто из разных источников, благодаря образованию водородных связей между комплементарными нуклеотидами. Используется для выявления специфических нуклеотидных последовательностей в препарате ДНК.

**Гибридологический анализ** – анализ характера наследования признаков с помощью системы скрещиваний. Он заключается в получении гибридов и дальнейшем их сравнительном анализе в ряду поколений.

**Гинандроморфизм** – половая аномалия, встречающаяся у насекомых, дающая развитие мозаичным особям, у которых одна часть тела является мужской, в другая женской.

**Гиногенез** – 1) развитие зародыша только из ядра и плазмы яйцеклетки; мужская гамета активизирует, но не участвует, либо участвует в очень незначительной степени; 2) процесс возникновения растения из клеток зародышевого мешка.

**Гипостатичный ген** – ген, фенотипическое проявление которого подавляется другим неаллельным геном (эпистатичным геном).

**Гистон** – хромосомный белок, обладающий щелочными свойствами вследствие высокой концентрации в нем аминокислот аргинина и лизина, входит в состав всех хромосом эукариотических клеток (кроме сперматозоидов рыб).

**Гомогаметный пол** – пол, гаметы которого содержат одинаковые половые хромосомы (см. гетерогаметный пол).

**Гомозиготность** – наличие идентичных аллелей в одном или нескольких локусах. Клетка или организм с такими аллелями называется гомозиготой.

**Гомологичные** – происходящие из одного источника или имеющие сходную структуру или эволюционное происхождение.

**Гомологичные хромосомы** – хромосомы, морфологически одинаковые и содержащие гены, определяющие одинаковые признаки. Образуются в результате дупликации пар родительских хромосом. В эволюционном смысле хромосомы, сходные в различных организмах в силу их происхождения от общего предка.

**Группа сцепления** – совокупность генов, лежащих в одной хромосоме и наследующихся сцеплено. Число групп сцепления, равно гаплоидному числу хромосом.

**Делеция** – выпадение участка хромосомы из ее внутренней области.

**Дигибридное скрещивание** – скрещивание родительских форм, отличающихся по двум признакам (генам).

**Дигибрид** – особь, полученная в результате скрещивания особей, генетически различающихся по двум признакам.

**Дизиготные близнецы** – близнецы, рождающиеся при оплодотворении двух одновременно созревающих яйцеклеток.

**Доминантность** – свойства одного гена подавлять действие другого (рецессивного) гена.

**Доминантный ген** – ген, проявляющийся в фенотипе независимо от присутствия в геноме другой аллели этого гена.

**Доминантный эпистаз** – такой эпистаз, при котором эпистатичным геном является доминантный ген.

**Доминирование** – явление преобладания одного признака над другим, одного аллельного гена над другим,

**Доминирование, связанное с полом** – такой вид доминирования, когда один и тот же ген для одного пола является доминантным, а для другого – рецессивным.

**Дрейф генов** – генетические изменения (изменение частот аллелей в ряду поколений) в популяциях, вызванные скорее случайными явлениями, чем отбором (например, малая численность популяции). Чем меньше число скрещивающихся особей в популяции, тем больше изменений, обусловленных дрейфом генов, будут претерпевать частоты аллелей.

**Дупликация (удвоение)** – хромосомная мутация (по структуре), при которой один из участков представлен в хромосомном наборе более одного раза.

**Зигота** – диплоидная клетка, образуется в результате слияния двух гамет разного пола (оплодотворенное яйцо).

**Идиограмма** – см. кариограмма.

**Изменчивость** – процесс возникновения фенотипических различий между особями по ряду признаков морфологических или функциональных, может быть наследственной или модификационной.

**Изоляция** – исключение или затруднение свободного скрещивания между особями одного вида, ведущее к обособлению внутривидовых групп и новых видов

**Иммунный ответ** – совокупность физиологических процессов в организме, индуцируемых при попадании в него чужеродных антигенов.

**Иммуногенетика** – раздел генетики, изучающий генетическую детерминацию иммунологических систем животных, группы крови, генетический контроль иммунного ответа, генетику несовместимости тканей при трансплантации, генетику противоопухолевого иммунитета и т.д.

**Иммуногенность** способность антигена вызывать иммунные ответы (образование антител).

**Иммунитет** – невосприимчивость, сопротивляемость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.

**Иммуноглобулины** – сложные белки, которые специфически связываются с чужеродными веществами антигенами.

**Иммунологический анализ** – метод, основанный на способности антитела узнавать специфический компонент в биологическом образце.

**In vitro** – выращивание живого материала “в стекле”, на искусственных питательных средах, в асептических условиях.

**Инбридинг** – скрещивание особей, имеющих близкую степень родства.

**Инверсия** – хромосомная мутация (по структуре), возникающая в результате двух разрывов и поворота участка хромосомы на 180°. При этом последовательность генов изменяется на обратную.

**Индуктор** – небольшая молекула, связывающаяся с регуляторным белком-репрессором, что приводит к дерепрессии соответствующих генов, включает транскрипцию гена.

**Интегром** – обобщенная информация по всем омам (протеом, транскриптом, метаболом). Благодаря обобщающему анализу может открыть много нового и интересного

**Интерсексуальность** – способность организма занимать промежуточное положение в проявлении половых признаков.

**Интерфаза** – стадия клеточного цикла между окончанием одного деления и началом следующего. Состоит из трех стадий: предсинтетической, синтеза ДНК и постсинтетической.

**Интрон** – транскрибируемый участок гена, не содержащий кодонов и вырезаемый из первичного транскрипта в ходе процессинга с образованием функциональной РНК.

**Карта хромосом** – схема хромосомы с указанием последовательности расположения генов и расстояния между ними.

**Кариограмма (идиограмма)** – схема, на которой хромосомы располагают на основе их морфологии в ряд по мере убывания их длины.

**Кариотип** – набор хромосом соматической клетки организма с определенным числом, размером и морфологией, характерный для данного вида живых организмов.

**Картирование генов** – определение положения данного гена на хромосоме относительно других генов.

**Клон** – совокупность клеток или особей, произошедших от общего предка путем бесполого размножения.

**Клонирование** – совокупность процедур, использующихся для получения клонов. Клонирование многоклеточных организмов, например, включает пересадку ядер соматических клеток в оплодотворенное яйцо с удаленным пронуклеусом.

**Код** – набор правил при переводе информации; универсален, един для всех организмов. Свойства: триплетный состоит из трех нуклеотидов; вырожденный – одна аминокислота кодируется (или может кодироваться) несколькими кодонами; перекрывающийся нуклеотидная последовательность считывается в одном направлении; кодоны UAG, UAA, UGA являются окончанием.

**Кодоминирование** – см. неполное доминирование.

**Комплемент** – белковый комплекс сыворотки крови, один из составляющих врожденного иммунитета. Принимает участие в регуляции воспалительных процессов, активации фагоцитоза и литическом действии на клеточные мембраны. Активизируется взаимодействием с иммунным комплексом.

**Комплементарная ДНК, кДНК** – молекула ДНК, синтезированная на РНК-матрице с участием РНК-зависимой ДНК-полимеразы (обратной транскриптазы).

**Комплементарность** – наличие дополняющих друг друга неаллельных генов, которые при совместном действии определяют появление какого-либо нового (дикого) признака. Расщепление при комплементарном взаимодействии может быть 9:7, 9:3:4, 9:3:3:1.

**Комплементарные нуклеотидные последовательности** – полинуклеотидные последовательности, которые взаимодействуют между собой в соответствии с правилами спаривания оснований: аденин (А) образует пару с тиминном (Т) [или урацилом (U) в РНК], гуанин (G) – с цитозином (С).

**Конститутивные мутанты** – мутанты, у которых гены-регуляторы не способны кодировать функционально активные репрессоры. Клетки, содержащие неактивные гены-регуляторы, синтезируют белки независимо от потребности в них.

**Конъюгация** – попарное временное сближение гомологичных хромосом, при котором возможен обмен гомологичными участками (кроссинговер).

**Конъюгация хромосом** – форма полового процесса у бактерий, однонаправленный перенос ДНК из одной контактирующей клетки в другую.

**Координированная индукция** – процесс регуляции синтеза белка, в котором продуктом гена-регулятора является активный белок-репрессор, способный соединяться с геном-оператором или белком-индуктором.

**Координированная репрессия** – процесс регуляции синтеза белка, в котором продуктом гена-регулятора является неактивный белок-апорепрессор, способный соединиться с геном-оператором только после активизации белком корепрессором.

**Корепрессор** – небольшая молекула, связывающаяся с неактивным репрессором (апорепрессором) с образованием комплекса, присоединяющегося к оператору и блокирующего транскрипцию.

**Корреляция** – систематическая и обусловленная связь переменных.

**Коэффициент наследуемости** – показатель относительной доли генетической изменчивости в общей фенотипической вариации признака.

**Кроссинговер** – перекрест, взаимный обмен участками гомологичных хромосом, приводящий к появлению новых рекомбинаций генов и впоследствии рекомбинантных особей.

**Кроссоверные гаметы** – гаметы, образованные в ходе кроссинговера.

**Кроссоверные особи** – особи, образовавшиеся из кроссоверных гамет.

**Летальный ген** – мутационный ген, вызывающий сильные нарушения в организме, приводящие к смерти.

**Линии чистые** – совокупность генотипически однородных организмов, возникающих в результате самоопыления у растений или длительного близкородственного скрещивания у животных.

**Локус** – место на хромосоме, в котором картируется признак; локус может быть представлен любой аллелью данного гена.

**Материнское наследование** – наследование, контролируемое внехромосомными (цитоплазматическими) факторами и приводящее к фенотипическим различиям между индивидуумами с идентичным генотипом.

**Мейоз (редукционное деление)** – образование половых клеток, в результате которого происходит редукция (уменьшение) числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное. В мейозе возможен кроссинговер, в результате чего наборы генов в клетках оказываются неидентичными.

**Метаболом** – описывает совокупность небольших молекул-метаболитов, которые можно найти в клетке, ткани или целом организме. К метаболитам относят молекулы молекулярной массой не более 1 кДа (это как небольшие пептиды, например, некоторые гормоны, так и другие биологически важные органические вещества: антибиотики, липиды и другие вторичные метаболиты).

**Митоз (непрямое деление, кариокинез)** – основной способ деления эукариотических клеток, в результате которого происходит сначала удвоение хромосом, а затем их равномерное распределение между двумя вновь возникающими клетками, получающими идентичные наборы генов. Биологическое значение митоза состоит в образовании генетически равноценных клеток и сохранении преемственности в ряду клеточных поколений.

**Модификация** – ненаследственные изменения фенотипа, вызванные влиянием окружающей среды.

**Морганида** – единица расстояния на генетической карте; расстояние между генами, выраженное через частоту кроссинговера (1% кроссинговера равен 1 сантиморгану).

**Мутагенез** – искусственное введение мутаций с помощью физических или химических агентов.

**Мутант** – клетка или отдельный организм, характеризующийся изменением, вызванным мутацией.



**Мутация** – новые наследственные изменения, происходящие в хромосоме независимо от скрещивания. Мутации ведут к качественно новому проявлению основных свойств генетического материала (см. также делеция, дупликация, инверсия, транслокация, анеуплоидия, полиплоидия).

**Мутация генеративная** – мутация, возникающая в генеративных клетках и передающаяся по наследству.

**Мутация генная** – мутация, в которой происходят перестройки структуры отдельных генов.

**Мутация миссенс** – нарушение нуклеотидного состава кодона, при котором неверная аминокислота включается в синтезируемый белок.

**Мутация обратная (реверсия)** – мутация, приводящая к восстановлению дикого фенотипа.

**Мутация со сдвигом рамки** – мутация, связанная с появлением лишнего или с потерей одного или нескольких (в числе, не кратном трем) нуклеотидов. Приводит к нарушению триплетного кода и синтезу совершенно другого белка (если только синтез вообще не блокируется).

**Мутаген** – любой агент или фактор, вызывающий мутацию.

**Мутагенность генов** – степень подверженности гена мутациям.

**Мутационная изменчивость** – изменчивость, возникающая в результате мутаций.

**Мозаицизм** – аномалия, при которой разные клетки одного организма имеют разный набор хромосом.

**Множественный аллелизм** – наличие в популяции более двух видов аллелей одного гена

**Моногибрид** – особь, имеющая два разных аллеля одного и того же гена

**Монозиготные близнецы** – близнецы, рожденные при клонировании одной оплодотворенной яйцеклетки.

**Монофакторная группа крови** – система, включающая в себя только один антиген.

**Нарушение комплементарности** – наличие в двухцепочечной молекуле ДНК одной или нескольких пар некомплементарных оснований.

**Наследование** – процесс передачи задатков наследственно детерминированных признаков и свойств организма в процессе размножения.

**Наследуемость** – степень, в какой определенный признак контролируется генетически, т.е. отношение генетической изменчивости к фенотипической.

**Неаллельные гены** – гены, расположенные в разных локусах хромосом, могут располагаться в гомологичных и негомологичных хромосомах, содержат информацию о разных белках.

**Некумулятивная полимерия** – полимерия, при которой каждый полимерный ген в отдельности оказывает такое же действие на развитие признака, как и сумма нескольких полимерных генов.

**Неполная пенетрантность** – частичное проявление конкретной аллели в группе родственных организмов. Характерна для большинства мутантных аллелей.

**Неполное доминирование** – явление, при котором две и более аллели не проявляют в полной мере доминантность или рецессивность, т.е. в гетерозиготном состоянии не доминируют друг над другом.

**Неполное сцепление** – сцепление, при котором образуется четыре сорта гамет два сорта со сцепленными признаками и два типа кроссоверных гамет.

**Нерасхождение половых хромосом** – аномалия, возникающая при неправильном распределении половых хромосом в мейозе, в результате образуются зиготы с анеуплоидией по половым хромосомам.

**Норма реакции** – предел модификационной изменчивости признака, обусловленный генотипом.

**Нуклеиновая кислота** – материальный носитель наследственной информации, по химической природе полимер, состоящий из нуклеотидов.

**Нуклеосома** – структурный элемент хромосомы у эукариот, обеспечивающий ее стабильность. Представляет собой комплекс ДНК (около 140 пар оснований) с гистоном (8 молекул), образующих шаровидное тело с диаметром 10 нм. Соседние нуклеосомы соединены друг с другом короткими отрезками ДНК.

**Нуклеотид** – нуклеозид, к которому присоединена одна или более фосфатных групп; присоединение происходит по 5'-углеродному атому сахарного кольца. Нуклеозиды, связанные с рибозой, называются рибонуклеозидмонофосфатами (rNMP), рибонуклеозиддифосфатами (rNDP) или рибонуклеозидтрифосфатами (rNTP). Для нуклеозидов, связанных с дезоксирибозой, соответствующие названия таковы: дезоксирибонуклеозидмоно-, ди- и трифосфаты (rNMP, rNDP, rNTP).

**Ограниченные полом признаки** – признаки, которые проявляются только у одного пола или выражение которых различно у различных полов.

**Онтогенез** - индивидуальное развитие особи, вся совокупность ее преобразований от зарождения (оплодотворение яйцеклетки, начало самостоятельной жизни органа вегетативного размножения или деление материнской одноклеточной особи) до конца жизни.

**Оогенез (овогенез)** – развитие женских половых клеток. Происходит в три периода.

**Оплодотворение** – слияние гамет противоположных полов с образованием диплоидной зиготы.

**Органогенез** – процесс возникновения *de novo* в неорганизованно растущей массе каллусных клеток зачатков органов (корней и побегов).

**Оператор** – фрагмент оперона, участок ДНК, связываясь с которым белок-репрессор предотвращает инициацию транскрипции на прилежащем промоторе.

**Оперон** – единица транскрипции и регуляции у бактерий, состоящая из структурных генов (гена), и контролирующих элементов.

**Отбор естественный** – основной движущий фактор эволюции живых организмов. Процесс дифференцированного выживания и воспроизведения организмов в ходе эволюции.

**Отстающая цепь (запаздывающая)** – должна удлиняться в 3'–5' направлении, поэтому синтезируется прерывисто в виде коротких фрагментов (5'–3'), которые затем ковалентно соединяются.

**Панмиксия** – размножение животных и большинства растений путем свободного (случайного) скрещивания.

**Партеногенез («девственное размножение»)** – форма бесполого размножения у организмов с половым способом воспроизведения, при котором образование эмбриона происходит из гаметы женского типа без участия мужской гаметы, т.е. из неоплодотворенного яйца.

**Пентосомия** – наличие пяти копий одной хромосомы в диплоидном наборе.

**Пенетрантность** – частота проявления данной аллели в группе родственных организмов. При полной пенетрантности наблюдается проявление аллели у всех членов выборки.

**Первичная структура белка** – порядок расположения аминокислотных остатков в полипептиде. Специфична для каждого белка, закодирована в ДНК. Определяет все свойства и функции белка.

**Первичная перетяжка** – сужение хромосомы, делящее ее на два плеча. В области первичной перетяжки находится центромера. В зависимости от положения центромеры хромосомы бывают метацентрические (равноплечие), субметацентрические (неравноплечие) и акроцентрические (палочковидные).

**Плейотропия** – множественное действие гена, способность одного гена воздействовать на несколько признаков.

**Плоидность** – число наборов хромосом, содержащихся в клетке или во всех клетках многоклеточного организма.

**Полиандрия** – оплодотворение женской особи многими мужскими особями.

**Полигения** – в определении одного признака участвуют несколько генов. Обуславливающие полигению гены называют полигенами.

**Полигибрид** – особь, полученная в результате скрещивания особей генетически различающихся по многим признакам.

**Полимерия** – такое взаимодействие генов, при котором развитие признака обуславливается двумя и более парами однозначно действующих неаллельных генов. Такие гены названы полимерными. Различают два типа полимерии: *кумулятивную*, при которой проявление признака зависит от числа доминантных генов в генотипе и усиливается при их накоплении; *некумулятивную*, при которой гены с «однозначным действием» определяют качественный признак.

**Полимерный ген** – неаллельный ген с одинаковым или почти одинаковым действием на признак (чаще количественный), обладающие аддитивным действием (см. полимерия).

**Полиморфизм популяции** – существование в ней ряда генетически различных форм, воспроизводящихся при размножении. Полиморфизм является механизмом поддержания популяции как единой системы.

**Полиморфный ген** – ген, находящийся в популяции в нескольких аллельных состояниях.

**Полипептид** – линейный полимер, состоящий из аминокислот, соединенных друг с другом пептидными связями. Полипептидом является, например, белковая молекула.

**Полиплоидия** – мутация по числу хромосом. Клетка, ткань или организм, имеющий три и более набора хромосом (символы 3x, 4x и т. д.). Наиболее распространены полиплоидные организмы, у которых число хромосомных наборов в клетке кратно двум.

**Полисома (полирибосома)** – М-РНК, ассоциированная с несколькими рибосомами, участвующими в трансляции.

**Полное сцепление** – совместное наследование двух или более соседних генных локусов в хромосоме. Проявляется отсутствием рекомбинаций между ними и стабильным попаданием в одну гамету при митозе.

**Половой хроматин** – участки хроматина, определяющие различие интерфазных ядер у особей разных полов, связанные с особенностями структуры или функционирования половых хромосом.

**Половые хромосомы** – это хромосомы, различающиеся по структуре и функциям у разных полов и определяющие пол особи (X, Y или W, Z).

**Полуконсервативная репликация** – осуществляется за счет разделения цепей исходной двуцепочечной молекулы и последующего использования каждой из них в качестве матрицы для синтеза комплементарной цепи.

**Полиаллельная система групп крови** – система групп крови, в которую входит много аллелей, способных образовывать много генотипов.

**Популяция** – совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию.

**Правило Чаргаффа** – требование, согласно которому в двойной спирали нуклеиновой кислоты аденин всегда образует пару с тиминном (или урацилом), а гуанин с цитозином, поэтому количество А всегда равно количеству Т и  $G = C$  или  $A + G = T + C$ .

**Правило чистоты гамет** – явление несмешивания аллелей пары альтернативных признаков в гаметах гибрида, каждая аллель одного гена, привнесенная одной гаметой, ведет себя как дискретная единица.

**Принцип комплементарности** – свойство полинуклеотидных последовательностей молекулы ДНК связываться между собой в соответствии с правилами спаривания оснований (см. правило Чаргаффа).

**Промежуточное наследование** – случаи отсутствия доминирования, когда признак у гибридной особи занимает как бы промежуточное положение между соответствующими признаками родителей.

**Промотор** – фрагмент оперона, последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК, расположенная в начале транскрипционной единицы, распознается РНК-полимеразой как участок, с которого начинается транскрипция. Обычно находится перед 5'-концом регулируемого гена.

**Протеом** – полный перечень белков, которые присутствуют в разных клетках и тканях человека в каждый момент времени

**Репарация** – система устранения нарушений ДНК, включающая ферментативное вырезание и замещение участков поврежденной ДНК.

**Репликационная вилка** – точка, в которой цепи родительской двуцепочечной ДНК, расходятся для того, чтобы могла произойти репликация.

**Реакция гемолиза** – реакция разрушения тела (стромы) эритроцита.

**Реакция агглютинации** – «склеивание» эритроцитов.

**Репликация ДНК** – идентичное удвоение молекулы ДНК, происходящее перед каждым нормальным делением ДНК-содержащих структур (ядер, пластид, митохондрий) у эукариот, перед каждым делением бактериальных клеток и при размножении ДНК вирусов. Двойная цепь ДНК сначала разделяется на две, образуя вилку, а затем на каждой из них достраиваются новые комплементарные дочерние цепи нуклеотидов под действием фермента ДНК-полимеразы.

**Репликон** – самореплицирующийся генетический элемент, содержащий участок инициации репликации ДНК и гены, контролирующие репликацию, содержит точку инициации или репликации.

**Реплисома** – мультиферментный комплекс, формирующийся в бактериальной репликационной вилке для осуществления синтеза ДНК. Содержит ДНК-полимеразу и ряд других белков.

**Рецессивная аллель (ген)** – аллель, кодирующая признак, который проявляется только у особей, несущих эту аллель в гомозиготном состоянии.

**Рецессивный эпистаз** – такой эпистаз, при котором эпистатичным геном является рецессивный ген.

**Реципрокное скрещивание** – два скрещивания, различающиеся по тому, кто из родителей вносит в зиготу доминантную или рецессивную аллель.

**Рибосома** – клеточная органелла, рибонуклеопротеидная частица, при участии которой осуществляется синтез белка (трансляция). Состоит из двух субчастиц, большой и малой.

**Рибосомная РНК, рРНК** – РНК, входящая в состав рибосом.

**Сантиморганида, сМ** – единица измерения расстояния на генетической карте. 1 сМ соответствует расстоянию между генами, рекомбинация между которыми происходит с частотой 1%. Для хромо-

сом человека 1 сМ равна примерно  $10^6$  п.н. Эта единица была введена Т.Мограном, когда он проводил эксперименты по изучению генетического сцепления у *Drosophila*.

**Сверхдоминирование** – см. гетерозис.

**Сверхсамки** – самки, у которых отношение половых хромосом к аутосомам больше 1:  $X/A > 1$  ( $3X/2A = 1,5$ ).

**Сверхсамцы** – самцы, у которых отношение половых X-хромосом к аутосомам меньше 0,5:  $X/A < 0,5$  ( $1X/3A = 0,33$ ).

**Секвенирование** – определение нуклеотидной последовательности ДНК или РНК.

**Сибсы** – прямые потомки одних и тех же родителей (братья и/или сестры).

**Сила сцепления** – сила, с которой хромосомы притягиваются друг к другу (чем больше сила сцепления, тем менее вероятен кроссинговер).

**Скрещивание** – однократное скрещивание генетически различающихся организмов.

**Скрининг** – метод (или комплекс методов) идентификации единичного объекта (особи в популяции, клетки с искомыми свойствами, участка нуклеотидной последовательности и т.д.) путем перебора большого числа объектов.

**Соматические клетки** – клетки тканей многоклеточных организмов, не являющиеся половыми.

**Сперматогенез** – развитие мужских половых клеток. Происходит в четыре периода.

**Сплайсинг** – вырезание из предшественника мРНК интронов и ковалентное соединение экзонов с образованием зрелых молекул мРНК.

**Сцепление** – взаимосвязанная передача от клетки к клетке генов, локализованных на одной хромосоме.

**Сцепление генов** – совместная передача генов группами при их локализации в одной хромосоме. Сцепление может быть полным и неполным. Мерой сцепления является вероятность кроссинговера.

**Сцепление признаков** – совместное наследование признаков, кодируемых сцепленными генами.

**Сцепление с полом** – наследование признаков, гены которых локализованы в половых хромосомах.

**Теломеры** – концевые участки ДНК.

**Тельца включения** – мелкие частицы из кристаллизовавшегося белка, образующегося в избыточном количестве в бактериальной клетке при заражении ее вирусом или при встраивании вирусного генома в ДНК клетки-хозяина. Их наличие свидетельствует о патологических изменениях в клетке.

**Тотипотентность** – свойство соматических клеток полностью реализовать свой потенциал развития, т.е. реализовать омнипотентность ядра с образованием целого организма.

**Трансгенный организм** – организм, геном которого содержит чужеродный генетический материал, включенный методами генной инженерии.

**Трансгеноз** – введение чужеродного гена в растительную или животную клетку и его передача в ряду поколений.

**Трансдукция** – перенос генетического материала из одной бактериальной клетки в другую с помощью бактериофага.

**Транскрипция** – процесс синтеза РНК, катализируемый РНК-полимеразой, в котором в качестве матрицы используется одна из цепей ДНК.

**Транслокация** – 1) хромосомная перестройка, заключающаяся в переносе участка хромосомы в новое положение на той же или на другой хромосоме или в переносе целой хромосомы на другую хромосому; 2) перемещение молекулы мРНК во время трансляции на один кодон.

**Трансляция** – синтез полипептидной цепи рибосомой с использованием в качестве матрицы мРНК.

**Транскриптом** – это совокупность всех молекул РНК, которые синтезируются в клетке, в каком-то органе или ткани.

**Транспортная РНК, тРНК** - молекула РНК, выступающая в роли адаптора при специфическом переносе аминокислот к растущей полипептидной цепи в процессе трансляции.

**Трансформация** – 1) перенос генетической информации в бактериальные клетки с участием плазмид или без них, но всегда – без участия вирусов; часто приводит к изменению фенотипа реципиентной клетки; 2) превращение нормальных клеток животных в опухолевые.

**Трансформация бактериальных клеток** – приобретение нового генетического маркера в результате включения экзогенной ДНК.



**Трансформация эукариотических клеток** – переход в состояние неконтролируемого роста; имеет много общего или совпадает с опухолевым

**Триплет** – последовательность из трех нуклеотидов, кодирующая определенную аминокислоту.

**Трисомик** – анеуплоид, в диплоидном наборе которого одна из хромосом представлена три раза.

**Универсальность кода** – свойство общности генетического кода для всех организмов и вирусов.

**Феногруппа** – антигены нескольких систем, которые наследуются в устойчивых комбинациях.

**Фенотип** – совокупность всех признаков организма, образуется в результате совместного действия генотипа и окружающей среды.

**Феном (phenome)** – точное описание фенотипа, т.е. всех физических и поведенческих характеристик.

**Фрагменты Оказаки** – короткие фрагменты ДНК длиной 1000-2000 оснований; образуются в результате прерывистой репликации; впоследствии ковалентно соединяются в непрерывную цепь.

**Фримартинизм** – аномалия развития. У млекопитающих при развитии разнополых близнецов иногда происходит изменение пола одного из них в эмбриогенезе. Например, у рожденной разнополой двойни крупного рогатого скота внутренние органы телочки приобретают признаки мужского пола, хотя наружные гениталии развиваются по женскому типу. Такие животные называются фримартинами, как правило, бесплодны.

**Функциональное картирование** – идентификация гена исходя из известной аминокислотной последовательности его продукта.

**Хемилюминесценция** – испускание света в ходе химической реакции.

**Хиазма** – участок контакта между гомологичными хроматидами, имеющий X-образную структуру, возникающий вследствие кроссинговера после начала расхождения гомологичных хромосом в профазе I мейоза.

**Химера** – организм, включающий клетки, ткани и органы разных организмов.

**Химеризм** – явление, возникающее у естественно или искусственно созданных растений и животных, при этом их ткани состоят из разных генотипов.

**Хроматиды** – две дочерние нити удвоившейся хромосомы, все еще соединенные одной центромерой. Видны при митозе и мейозе.

**Хромосома** – структура, основу которой составляет конденсированная молекула ДНК; носитель генетической информации. Способна к воспроизведению с сохранением структурно-функциональной индивидуальности в ряду поколений. У эукариот находится в ядре клетки, у прокариот – непосредственно в цитоплазме.

**Эксон** – участок гена, входящий в состав первичного транскрипта, который остается в нем после процессинга (вырезания интронов). Вместе с другими экзонами образует зрелую мРНК.

**Экспрессивность** – степень фенотипического выражения наследственного признака, кодируемого данной аллелью. Различают постоянную экспрессивность (в отсутствие изменчивости признака) и переменную.

**Экспрессия** – транскрипция и трансляция гена.

**Элонгация** – последовательное присоединение мономеров к полимерной цепи.

**Эуплоид** – ядро, клетка, организм с числом хромосом, кратным  $X$ .

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Организационно-методические данные дисциплины.....	5
Текущий и рубежный контроль знаний.....	6
Вопросы для подготовки к коллоквиуму.....	6
Вопросы по курсу «Генетика и биометрия» .....	7
Темы лабораторных занятий.....	12
Модуль 1. Наследственность, уровень клетки и молекулы.....	12
Занятие 1. Вводное.....	12
Занятие 2. Цитологические основы наследственности.....	13
2.1. Хромосомная теория наследственности.....	14
Занятие 3. Молекулярные основы наследственности.....	15
Модуль 2. Наследственность, уровень организма. Закономерности наследования признаков при половом размножении.....	16
Занятие 4. Генетический анализ наследования качественных признаков. Гибридологический анализ.....	16
Занятие 5. Закономерности наследования признаков при взаимодействии аллельных генов.....	16
Занятие 6. Закономерности наследования признаков при взаимодействии неаллельных генов.....	17
6.1. Ди- и полигибридное скрещивание.....	17
6.2. Взаимодействие неаллельных генов.....	17
Занятие 7. Генетика онтогенеза. ....	18
7.1. Онтогенез и стабильность генетической информации.....	18
7.2. Регуляция работы гена.....	18
Занятие 8. Наследование пола и сцепленных с полом признаков.....	19
Модуль 3. Наследственность и изменчивость на уровне популяции.....	20
Занятие 9. Наследственность и изменчивость на уровне популяции.....	20
9.1. Основы генетики поведения.....	21
Занятие 10, 11. Генетико-математические методы анализа количественных и качественных признаков.....	21
Модуль 4. Изменчивость наследуемая.....	22
Занятие 12, 13. Изменчивость генетического материала. Проблема направленного мутагенеза и его значение в селекции вирусов, растений и животных.....	22
Занятие 14, 15. Наследование аномалий. Методы профилактики распространения аномалий.....	24
Занятие 16. Генетические основы иммунитета. Естественная резистентность, повышение наследственной устойчивости к заболеваниям.....	24
Модуль 5. Современные направления генетики. Перспективы.....	25
Занятие 17. Маркерная селекция. Полиморфизм групп крови и белков.....	25
Занятие 18, 19. Генетическая инженерия и биотехнология.....	26
Список литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины.....	27
Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций.....	29
Терминологический словарь.....	31

# **ГЕНЕТИКА И БИОМЕТРИЯ**

*Методические указания*

**Еремина И.Ю.**

*Издается в авторской редакции*

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать .02.2015. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. . Тираж экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117