



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образ-  
зовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Зоотехния»

Н. Е. Земскова

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ К БОЛЕЗНЯМ

Методические указания для лабораторных работ

Кинель  
РИО СамГАУ  
2020

УДК 636.082:575.1(075.8)

ББК 28.64

3-55

Земская, Н. Е.

3 55 «Генетические основы устойчивости сельскохозяйственных животных и птицы к болезням» : методические указания / Н. Е. Земская, – Кинель : РИО СамГАУ / 2020. – 51 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по магистерским программам: 36.04.02: «Разведение, генетика, селекция и воспроизводство сельскохозяйственных животных», «Контроль качества продукции животноводства по технологической схеме производства» и содержат материал по практическому курсу, изучение которого позволит сформировать у обучающихся систему компетенций, направленных на умение изыскания путей повышения резистентности организма селекционными методами в целях оптимизации производства в агропромышленном комплексе.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Генетические основы устойчивости сельскохозяйственных животных и птицы к болезням».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2020  
© Н. Е. Земская, 2020

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания ставят своей **целью** формирование у обучающихся системы компетенций, направленных на умение изыскания путей повышения резистентности организма селекционными методами в целях оптимизации производства в агропромышленном комплексе.

**Задачи** методических указаний:

- ознакомить с селекционно-генетическими параметрами отбора животных и птицы;
- ознакомить с особенностями наследования генетических аномалий и болезней с наследственной предрасположенностью у животных и птицы;
- способствовать овладению навыками селекционных мер профилактики и оздоровления стада.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: УК-1; ПК-1; ПК-2 (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП) по направлению 36.04.02 «Зоотехния»:

Компетенции содержат следующие положения:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность разрабатывать режимы содержания животных, рационы кормления, анализировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании совершенствовать технологии выращивания и содержания животных (ПК-1);
- способность формировать и решать задачи в производственной и педагогической деятельности, требующие углубленных профессиональных знаний (ПК-2).

## Занятие 1. Гибридологический анализ

**Цель занятия:** освоить сущность законов и методов Менделя, относящихся к гибридизации.

### Гибридологический метод Менделя

Гибридологический анализ – один из методов генетики, способ изучения наследственных свойств организма путём скрещивания его с родственной формой и последующим анализом признаков потомства.

В основе гибридологического анализа лежит способность к рекомбинации, то есть перераспределению генов при образовании гамет, что приводит к возникновению новых сочетаний генов.

В законченной форме гибридологический анализ был предложен чешским ботаником Грегором Менделем в 1865 году. Он же и применил его впервые, проводя скрещивания между растениями гороха. Им были сформулированы непреложные правила проведения гибридологического анализа:

1. Скрещиваемые организмы должны принадлежать к одному виду.
2. Скрещиваемые организмы должны чётко различаться по отдельным признакам.
3. Изучаемые признаки должны стойко воспроизводиться из поколения в поколение.
4. Необходимы характеристика и количественный учёт всех классов расщепления.

Гибридологический анализ является главным методом генетического анализа. Сущность гибридологического метода заключается в следующем:

1) для скрещивания выбирают родительские формы, четкоразличающиеся по одной, двум или трем парам контрастных, альтернативных признаков. Например, у одного растения окраска семядолей зрелых семян желтая, у другого – зеленая, форма семян – круглая или морщинистая и т. д. Скрещивание, в котором родители отличаются друг от друга одним признаком, в последующем получило название моногибридного, двумя — дигибридного, многими признаками — полигибридного;

2) выбранные для скрещивания родительские формы должны быть генетически чистыми. После двухлетнего предварительного испытания Мендель отобрал 22 сорта гороха, которые за время опытов ежегодно высевали и все без исключения сохраняли свою константность;

3) Мендель ввел точный математический учет наследования каждого отдельного признака. Наблюдению подвергают все безисключе-ния растения в каждом отдельном поколении. Как правило, для определения наследования признака используют гибриды первого, второго и иногда третьего поколений;

4) гибриды и их потомки в каждом из следующих друг за другом поколений не должны обнаруживать заметных нарушений в плодовитости;

5) Мендель ввел буквенное обозначение наследственных задатков (генов) различных признаков. Например, A – ген доминантного признака, a — ген рецессивного признака.

### **Законы Менделя**

*Закон единообразия гибридов первого поколения,  
или первый закон Менделя*

Мендель свои исследования начал с изучения наследования одной пары альтернативных признаков. Опыты он проводил на горохе. При скрещивании сортов гороха, имеющих желтые и зеленые семена (скрещивались гомозиготные организмы или чистые линии), все по-томство (т.е. гибриды первого поколения) оказалось с желтыми семе-нами. Противоположный признак (зеленые семена) как бы исчезает. Обнаруженная закономерность получила название правило единооб-разия (доминирования) гибридов первого поколения (или первый за-кон Г. Менделя).

Опыты по скрещиванию записывают в виде схем:

A – ген желтой окраски

a – ген зеленой окраски

P – (parents – родители)

F – (filii – дети)

G – гаметы (половые клетки);

F – потомство, дети ( $F_1$  – первое поколение,  $F_2$  – второе и т. д.)

× – знак скрещивания, ставится между родительскими геноти-пами.

P ♀ AA x ♂ aa

ж з

G (A) (a)

F<sub>1</sub> Aa – 100% желтые

Итак, все гибриды первого поколения оказываются однородными: гетерозиготными по генотипу и доминантными по фенотипу.

Мендель пришел к выводу, что у гибридов первого поколения из каждой пары альтернативных признаков проявляется только один, а второй как бы исчезает. Проявляющийся у гибридов первого поколения признак Мендель назвал доминантным, а подавляемый – рецессивным.

Итак, первый закон Менделя гласит: *при моногибридном скрещивании гомозиготных особей, имеющих разные значения альтернативных признаков, гибриды являются единообразными по генотипу и фенотипу.*

*Закон расщепления, или второй закон Менделя*

Если скрестить гибриды первого поколения между собой, во втором поколении появляются особи, как с доминантными, так и с рецессивными признаками, т.е. возникает расщепление в определенном численном соотношении. В опытах с горохом желтых семян оказывается в три раза больше, чем зеленых. Эта закономерность получила название второго закона (правило) Менделя, или закона (правило) расщепления.

P ♀ Aa x ♂ Aa

ж ж

G (A) (a) (A) (a)

F<sub>2</sub> AA; Aa; Aa; aa (желты-желтый-желтый, зеленый)

желтые зеленые

Расщепление по фенотипу 3:1, по генотипу 1AA:2Aa:1aa

Итак, второй закон (правило) Менделя: *при скрещивании двух гетерозиготных особей, анализируемых по одной альтернативной паре признаков (т.е. гибридов), в потомстве ожидается расщепление по фенотипу 3:1 и по генотипу 1:2:1.*

*Закон независимого наследования, или третий закон Менделя*

Выполнение третьего закона возможно при дигибридном скрещивании, когда исследуется не один признак, а несколько. В случае с горохом это, например, цвет и гладкость семян.

При дигибридном скрещивании родительские организмы анализируются по двум парам альтернативных признаков. Мендель изучал такие признаки как окраску семян и их форму. При скрещивании гороха с желтыми и гладкими семенами с горохом, имеющим зеленые и морщинистые семена, в первом поколении все потомство оказалось однородным, проявились только доминантные признаки – желтый цвет и гладкая форма. Следовательно, как и при моногибридном скрещивании здесь имело место правило единобразия гибридов первого поколения или правило доминирования.

А – ген желтого цвета

а – ген зеленого цвета

В – ген гладкой формы

в – ген морщинистой формы

Р ♀AABB x ♂aabb

ж. гл. з. морщ.

G (AB) (ав)

F<sub>1</sub> AaBb – желтые гладкие

При скрещивании гибридов первого поколения между собой произошло расщепление по фенотипу:

Р ♀ AaBb x ♂AaBb

желтые гладкие x желтые гладкие (табл. 1)

Таблица 1

Расщепление по фенотипу

♀	♂			
	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB-ж.гл	AABb-ж.гл	AaBB-ж.гл	AaBb-ж.гл.
Ab	AABb-ж.гл	AAbb-ж.м.	AaBb-ж.гл	Aabb-ж.м
aB	AaBb-ж.гл	AaBb-ж.гл	aaBB-з.гл.	aaBb-з.гл
ab	AaBb-ж.гл	Aabb-ж.м	aaBb-з.гл	aaab-з.м

**9 частей – желтых гладких**

3 части – желтых морщинистых

3 части – зеленых гладких

1 часть – зеленых морщинистых

Из этого скрещивания видно, что во втором поколении имелись не только особи с сочетанием признаков родителей, но и особи с новыми комбинациями признаков.

Третий закон Менделя формулируется следующим образом: *при скрещивании гомозиготных особей отличающихся двумя (или более) парами альтернативных признаков, во втором поколении наблюдается независимое наследование и комбинирование признаков, если гены, определяющие их, расположены в различных гомологичных хромосомах.*

### **Взаимодействие неаллельных генов**

*Неаллельные гены* – это гены, расположенные в различных участках хромосом и кодирующие неодинаковые белки. Неаллельные гены могут взаимодействовать между собой. Во всех случаях взаимодействия генов менделевские закономерности строго соблюдаются, при этом либо один ген обуславливает развитие нескольких признаков, либо, наоборот, один признак проявляется под действием совокупности нескольких генов. Взаимодействие неаллельных генов проявляется в четырех основных формах: эпистаз, комплементарность, полимерия и плейотропия.

*Комплементарность* – тип взаимодействия генов, при котором признак может проявляться в случае нахождения двух или более генов в генотипе. Так, в образовании хлорофилла у ячменя принимают участие два фермента, если они находятся в генотипе вместе – развивается зеленая окраска хлорофилл, если находится только один ген – растение будет иметь желтую окраску. В случае отсутствия обоих генов растение будет иметь белый окрас и будет нежизнеспособно.

*Эпистаз* – взаимодействие генов, при котором один неаллельный ген подавляет проявления другого неаллельного гена. Примером служит окраска оперения у кур белых леггорнов, которая контролируется двумя группами ген: доминантный ген – A, отвечает за белый окрас; рецессивный ген – a, за цветную окраску; доминантный ген – B, отвечает за черный окрас; рецессивный ген – b, за коричневый окрас. При этом белая окраска подавляет проявление черной (рис. 1).



P ♀AaBb X ♂AaBb

G AB Ab aB ab AB Ab aB ab

F <sub>1</sub>	AB	Ab	ab	ab
AB	AAff	AAbb	Aaff	Aabb
Ab	AAff	AAbb	ffaa	ffab
ab	ffaa	ffab	ffaa	ffab
ab	Aaff	Aabb	aaff	aaab
ab	ffaa	ffab	ffaa	ffab
ab	Aaff	Aabb	aaab	aaab

Потомство: 12 белых:3 черных:1 коричневый

Рис. 1 – Пример эпистаза белых леггорнов

При скрещивании двух гетерозигот, белой курицы и белого петуха, мы видим в решетке Пеннетта результаты скрещивания: расщепление по фенотипу в соотношении 12 белых цыплят: 3 черных цыпленка : 1 коричневый цыпленок.

**Полимерия** – явление, при котором развитие признаков контролируется несколькими неаллельными генами, располагающимися в разных хромосомах. Чем больше доминантных аллелей данного гена, тем больше выраженность данного признака. Примером полимерии является наследование цвета кожи у человека. За окраску цвета кожи у человека отвечает две пары генов: если все четыре аллели этих генов будут доминантны, то проявится негроидный тип окраски кожи; если один их генов будет рецессивный – окраска кожи будет темного мулата; если две аллели будут рецессивными – окраска будет соответствовать среднему мулату; если будет оставаться только одна доминантная аллель – окраска будет светлого мулата; если рецессивны все четыре аллели – окраска будет соответствовать европеоидному типу кожи.

**Плейотропия** – взаимодействие, при котором один ген контролирует развитие нескольких признаков, то есть один ген отвечает за формирование фермента, который влияет не только на свою реакцию, но и оказывает влияние на вторичные реакции биосинтеза. Примером может являться синдром Марфана, который вызывается мутантным геном, приводящим к нарушению развития соединительной ткани (рис. 2).



Рис. 2 – Синдром Марфана

Такое нарушение приводит к тому, что у человека формируются вывихи хрусталика глаза, пороки клапана сердца, длинные и тонкие пальцы, пороки развития сосудов и частые вывихи суставов.

Итак, генотип – это не простая совокупность генов, а система сложного взаимодействия между ними. Формирование признака есть результат совместного действия нескольких генов.

**Задание 1.** Запишите генетическими символами, предложенными Менделем такие слова, как: родители; потомство, порядковый номер поколения значок скрещивания; мужская особь; женская особь; доминантный ген, рецессивный ген; гомозигота по доминанте, гомозигота по рецессиву, гетерозигота.

**Задание 2.** Решите задачу.

Сын белой женщины и чернокожего мужчины женился на белокожей женщине. Может ли сын, рожденный от такого брака, оказаться темнее своего отца?

### Контрольные вопросы

1. Раскройте сущность гибридологического метода Менделя.
2. Раскройте сущность законов Менделя.
3. В чем заключается смысл комплементарности?
4. Опишите пример эпистиза.
5. В чем заключается явление полимерии?

## Занятие 2. Генетика иммуноглобулинов

**Цель занятия:** освоить структуру и классы иммуноглобулинов. Овладеть пониманием генетического контроля иммуноглобулинов и иммунного ответа.

### Структура иммуноглобулинов

Антитела (иммуноглобулины) – это белки, которые синтезируются под влиянием антигена и специфически с ним реагируют. Они состоят из полипептидных цепей. В молекуле иммуноглобулина различают четыре структуры:

- 1) первичную – это последовательность определенных аминокислот. Она строится из нуклеотидных триплетов, генетически детерминируется и определяет основные последующие структурные особенности;
- 2) вторичную (определяется конформацией полипептидных цепей);
- 3) третичную (определяет характер расположения отдельных участков цепи, создающих пространственную картину);
- 4) четвертичную. Из четырех полипептидных цепей возникает биологически активный комплекс. Цепи попарно имеют одинаковую структуру.

Большинство молекул иммуноглобулинов составлено из двух тяжелых (H) цепей и двух легких (L) цепей, соединенных дисульфидными связями. Легкие цепи состоят или из двух  $k$ -цепей, или из двух  $l$ -цепей. Тяжелые цепи могут быть одного из пяти классов (IgA, IgG, IgM, IgD и IgE).

Каждая цепь имеет два участка:

- 1) постоянный. Остается постоянным в последовательности аминокислот и антигенностии в пределах данного класса иммуноглобулинов;
- 2) вариабельный. Характеризуется большой непостоянностью последовательности аминокислот; в этой части цепи происходит реакция соединения с антигеном.

Каждая молекула IgG состоит из двух соединенных цепей, концы которых формируют два антигенсвязывающих участка. На вариабельном участке каждой цепи имеются гипервариабельные участки:

три в легких цепях и четыре в тяжелых. Разновидности последовательности аминокислот в этих гипервариабельных участках определяют специфичность антитела. При определенных условиях эти гипервариабельные области могут также выступать в роли антигенов (идиотипов).

В молекуле иммуноглобулина меньше двух антигенсвязывающих центров быть не может, но один может быть завернут внутрь молекулы – это неполное антитело. Оно блокирует антиген, и тот не может связаться с полными антителами.

При энзиматическом расщеплении иммуноглобулинов образуются следующие фрагменты:

1) Fc-фрагмент содержит участки обеих постоянных частей; не обладает свойством антитела, но имеет сродство с комплементом;

2) Fab-фрагмент содержит легкую и часть тяжелой цепи с одним антигенсвязывающим участком; обладает свойством антитела;

3) F(ab)T<sub>2</sub>-фрагмент состоит из двух связанных между собой Fab-фрагментов.

Другие классы иммуноглобулинов имеют такую же основную структуру. Исключение – IgM: является пентамером (состоит из пяти основных единиц, связанных в области Fc-концов), а IgA – димер.

### **Классы иммуноглобулинов и их свойства**

Существует пять классов иммуноглобулинов у человека.

1. *Иммуноглобулины G* – это мономеры, включающие в себя четыре субкласса (IgG<sub>1</sub>; IgG<sub>2</sub>; IgG<sub>3</sub>; IgG<sub>4</sub>), которые отличаются друг от друга по аминокислотному составу и антигенным свойствам. Антитела субклассов IgG<sub>1</sub> и IgG<sub>4</sub> специфически связываются через Fc-фрагменты с возбудителем (иммунное опсонирование), а благодаря Fc-фрагментам взаимодействуют с Fc-рецепторами фагоцитов, способствуя фагоцитозу возбудителя. IgG<sub>4</sub> участвует в аллергических реакциях и неспособен фиксировать комплемент.

Свойства иммуноглобулинов G:

1) играют основополагающую роль в гуморальном иммунитете при инфекционных заболеваниях;

2) проникают через плаценту и формируют антиинфекционный иммунитет у новорожденных;

3) способны нейтрализовать бактериальные экзотоксины, связывать комплемент, участвовать в реакции преципитации.

2. Иммуноглобулины *M* включают в себя два субкласса: IgM<sub>1</sub> и IgM<sub>2</sub>.

Свойства иммуноглобулинов *M*:

- 1) не проникают через плаценту;
- 2) появляются у плода и участвуют в антиинфекционной защите;
- 3) способны агглютинировать бактерии, нейтрализовать вирусы, активировать комплемент;
- 4) играют важную роль в элиминации возбудителя из кровеносного русла, активации фагоцитоза;
- 5) образуются на ранних сроках инфекционного процесса;
- 6) отличаются высокой активностью в реакциях агглютинации, лизиса и связывания эндотоксинов грамотрицательных бактерий.

3. Иммуноглобулины *A* – это секреторные иммуноглобулины, включающие в себя два субкласса: IgA<sub>1</sub> и IgA<sub>2</sub>. В состав IgA входит секреторный компонент, состоящий из нескольких полипептидов, который повышает устойчивость IgA к действию ферментов.

Свойства иммуноглобулинов *A*:

- 1) содержатся в молоке, молозиве, слюне, слезном, бронхиальном и желудочно-кишечном секрете, желчи, моче;
- 2) участвуют в местном иммунитете;
- 3) препятствуют прикреплению бактерий к слизистой;
- 4) нейтрализуют энтеротоксин, активируют фагоцитоз и комплемент.

4. Иммуноглобулины *E* – это мономеры, содержание которых в сыворотке крови ничтожно мало. К этому классу относится основная масса аллергических антител – реагинов. Уровень IgE значительно повышается у людей, страдающих аллергией и зараженных гельминтами. IgE связывается с Fc-рецепторами тучных клеток и базофилов.

Свойства иммуноглобулинов *E*: при контакте с аллергеном образуются мостики, что сопровождается выделением БАВ, вызывающих аллергические реакции немедленного типа.

5. Иммуноглобулины *D* – это мономеры. Функционируют в основном в качестве мембранных рецепторов для антигена. Плазматические клетки, секретирующие IgD, локализуются преимущественно в миндалинах и аденоидной ткани.

Свойства иммуноглобулинов *D*:

- 1) участвуют в развитии местного иммунитета;

- 2) обладают антивирусной активностью;
- 3) активируют комплемент (в редких случаях);
- 4) участвуют в дифференцировке В-клеток, способствуют развитию антиидиотипического ответа;
- 5) участвуют в аутоиммунных процессах.

### Генетика иммуноглобулинов

Для структуры молекул иммуноглобулинов или Ig характерно уникальное генетическое кодирование. Методами молекулярной генетики было доказано, что структура молекулы Ig контролируется большим числом генов, которые имеют фрагментарную организацию, образуют три группы, располагаются в трех различных хромосомах и наследуются независимо.

Первая группа генов кодирует первичную структуру легкой цепи  $\lambda$ -типа, вторая – легкой цепи  $\kappa$ -типа, а третья – всех типов тяжелых цепей ( $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\gamma$  и  $\mu$ ). Гены, относящиеся к каждой группе, находятся на соответствующей хромосоме в непосредственной близости друг от друга, располагаются последовательно и разделены *инtronами*.

Участок ДНК, кодирующий строение легкой цепи  $\lambda$ -типа, содержит 2 *V-сегмента* (контролируют структуру V-доменов) и 4 *C-сегмента* (контролируют структуру C-доменов). Между C- и V-сегментами располагается *J-сегмент* (от англ. *join* - соединяющий). Легкая цепь  $\kappa$ -типа кодируется несколькими сотнями V-сегментов ДНК, 4 J-сегментами и одним C-сегментом. Группа генов, контролирующая структуру тяжелых цепей, имеет еще более сложное строение. Наряду с V-, C- и J-сегментами ДНК в их состав входят 20 *D-сегментов* (от англ. *diversity* - разнообразие). Кроме того, имеется *M-сегмент*, который кодирует биосинтез мембраноассоциированного участка молекулы рецепторного Ig.

Созревание пре-В-лимфоцитов сопровождается перестройками в их генетическом аппарате. Происходят произвольное сближение отдельных фрагментов ДНК и сборка в пределах соответствующих хромосом единых функциональных генов. Этот процесс называется *сплайсинг* (от англ. *splicing* - сращивание, состыковывание). Пропущенные участки ДНК исключаются из дальнейшего считываивания. С функциональных генов в дальнейшем транскрибируется про-мРНК, а затем окончательная мРНК, кодирующая первичную аминокислотную последовательность L- и H-цепей молекулы Ig. Параллельно со

сплайсингом в отдельных участках V-сегментов генов иммуноглобулинов могут происходить точечные мутации и нематричная достройка олигонуклеотидов. Эти участки ДНК получили название *гипермутабельных областей*.

Сплайсинг и мутационный процесс в генах Ig носят случайный характер. Они происходят в каждом лимфоците независимо друг от друга и уникальны, что в бесконечное количество раз повышает разнообразие V-доменов и в конечном счете структуры паратопов и идиотипических антигенных детерминант молекулы Ig. Поэтому в организме всегда существуют или в любой момент могут появиться В-лимфоциты, специфичные практически к любому антигену.

#### **Генетический контроль иммунного ответа.**

В процессе первичного иммунного ответа размножение В-лимфоцитов также сопровождается рекомбинационными перестройками в пределах иммуноглобулиновых генов, но уже в пределах С-сегментов. Это проявляется последовательной сменой класса Ig: на ранних этапах дифференцировки В-лимфоциты синтезируют Ig классов M и D, на более поздних - классов G, A или E (редко).

Иммунная система реагирует на появление во внутренней среде макроорганизма антигена усилением биосинтеза специфических антител. Это достигается размножением клонов антигенспецифических клеток-антителопродуцентов. При этом антиген выступает в роли как пускового, так и селектирующего фактора: преимущественно активируются клоны с наивысшей специфичностью, т.е. наибольшей аффинностью рецепторных молекул Ig. Параллельно с размножением идет процесс дифференцировки В-лимфоцитов. Наблюдаются перестройка в геноме клеток и переключение их биосинтеза с крупной высокоавидной молекулой IgM на более легкие и экономичные высокояффинные IgG или IgA.

Антителопродукция в ответ на антигенный стимул имеет характерную динамику. Выделяют латентную (индуктивную), логарифмическую, стационарную фазы и фазу снижения. В *латентную фазу* антителопродукция практически не изменяется и остается на базальном уровне. В этот период происходят переработка и представление антигена иммунокомпетентным клеткам и запуск пролиферации антигенспецифических клонов клетокантителопродуцентов. Ввиду того что клетки делятся дихотомически (т.е. надвое), прирост их

количества происходит в логарифмической зависимости и поэтому после первых циклов деления оно изменяется незначительно. Параллельно происходят дифференцировка пре-В-лимфоцитов в зрелые формы и плазматические клетки и переключение синтезируемых изотипов Ig. Во время *логарифмической фазы* наблюдается интенсивный прирост количества.

В *стационарной фазе* количество специфических антител и синтезирующих их клеток достигает максимума и стабилизируется. Освобождение макроорганизма от антигена устраниет антигенный стимул, поэтому в *фазе снижения* наблюдается постепенное уменьшение количества клонов специфических антителопродуцентов и титров соответствующих антител.

Динамика антителообразования существенно зависит от первичности или вторичности контакта с антигеном. При первичном контакте с антигеном развивается *первичный иммунный ответ*. Для него характерны длительные латентная и логарифмическая (7-15 сут) фазы. Первые диагностически значимые титры специфических антител регистрируются на 10-14-е сутки от момента иммунизации. Стационарная фаза продолжается 15-30 сут., а фаза снижения – 1-6 мес.

В течение первичного иммунного ответа происходят созревание, размножение клонов и дифференцировка антигенспецифических В-лимфоцитов, а также переключение биосинтеза Ig с изотипа M на изотопы G, A или E. В итоге первичного иммунного реагирования формируются многочисленные клоны антигенспецифических антителопродуцирующих клеток и клеток иммунологической памяти, а во внутренней среде макроорганизма в высоком титре накапливаются специфические IgG и/или IgA. Таким образом обеспечиваются активное противодействие иммунной системы внедрению в макроорганизм антигена и высокая готовность к повторной с ним встрече.

Со временем антителный ответ угасает. Элиминация антигена исключает новое стимулирование к клонообразованию, а появившиеся ранее плазматические клетки имеют короткую продолжительность жизни. Вместе с тем В-лимфоциты иммунологической памяти надолго остаются циркулировать в организме.

Повторный контакт иммунной системы с тем же антигеном ведет к формированию *вторичного иммунного ответа*. Его латентная фаза значительно укорочена, а логарифмическая фаза отличается более

интенсивной динамикой прироста и более высокими титрами специфических антител. Для стационарной фазы и фазы снижения свойственна затяжная динамика (несколько месяцев или даже лет). При вторичном иммунном ответе организм сразу же в подавляющем большинстве синтезирует IgG. Это обусловлено подготовленностью иммунной системы к повторной встрече с антигеном за счет формирования иммунологической памяти: многочисленные клоны антиген-специфических В-лимфоцитов, оставшиеся после первичного иммунного реагирования, быстро размножаются и интенсивно включаются в процесс антителогенеза.

Для развития гуморального иммунитета слизистых оболочек характерны те же процессы и динамика антителообразования. Однако в данном случае в слизистых оболочках в подавляющем большинстве созревают и размножаются В-лимфоциты, продуцирующие полимерные молекулы IgA.

Явление интенсивного антителообразования при повторном контакте с антигеном широко используется в практических целях, например, *вакцинопрофилактике*. Для создания и поддержания иммунитета на высоком защитном уровне схемы вакцинации предусматривают многократное введение антигена для формирования и поддержания иммунологической памяти.

Этот же феномен используют при получении высокоактивных лечебных и диагностических иммунных сывороток (*гипериммунных*). Для этого животным или донорам производят многократные введения препаратов антигена по специальной схеме.

Динамика и интенсивность антителообразования в значительной степени зависят от иммуногенности антигена: дозы, способа и кратности его введения, а также от состояния макроорганизма. Попытка повторного введения антигена в латентной фазе может привести к иммунологическому параличу – иммунологической неотвечаемости на антиген в течение определенного периода времени.

### **Контрольные вопросы**

1. Раскройте структуру иммуноглобулинов.
2. Охарактеризуйте классы иммуноглобулинов и их свойства.
3. Опишите процесс первичного иммунного ответа.
4. Опишите процесс вторичного иммунного ответа.
5. Раскройте понятие «иммунологический паралич».

## **Занятие 3**

### **Иммунная система**

**Цель занятия:** освоить принципы функционирования иммунной системы.

Иммунная система – совокупность органов, тканей и клеток, обеспечивающих структурное и генетическое постоянство клеток организма; образует вторую линию защиты организма. Функции первого барьера на пути чужеродных агентов выполняют кожа и слизистые оболочки, жирные кислоты (входящие в состав сокрета сальных желез кожи) и высокая кислотность желудочного сока, нормальная микрофлора организма, а также клетки, выполняющие функции неспецифической защиты от инфекционных агентов.

Иммунная система способна распознавать миллионы разнообразных веществ, выявлять тонкие различия даже между близкими по структуре молекулами. Оптимальное функционирование системы обеспечивают тонкие механизмы взаимодействия лимфоидных клеток и макрофагов, осуществляемые при прямых контактах и с участием растворимых посредников (медиаторов иммунной системы). Система обладает иммунной памятью, сохраняя информацию о предыдущих антигенных воздействиях. Принципы поддержания структурного постоянства организма («антигенной чистоты») основаны на распознавании «своего-чужого». Для этого на поверхности клеток организма имеются гликопротеиновые рецепторы (Аг), составляющие главный комплекс гистосовместимости – МНС (от англ. *major histocompatibility complex*). При нарушении структуры этих Аг, то есть изменении «своего» иммунная система расценивает их как «чужое».

Спектр молекул МНС уникален для каждого организма и определяет его биологическую индивидуальность; это и позволяет отличать «своё» (гистосовместимое) от «чужого» (несовместимого). Выделяют гены и Аг двух основных классов МНС.

#### **Главный комплекс гистосовместимости (МНС первого и второго класса)**

Молекулы I и II классов контролируют иммунный ответ. Они распознаются поверхностными дифференцировочными CD-Аг клеток-мишеней и участвуют в реакциях клеточной цитотоксичности,

осуществляемой цитотоксическими Т-лимфоцитами (ЦТЛ). Гены МНС I класса определяют тканевые Аг; Аг класса МНС I представлены на поверхности всех ядросодержащих клеток. Гены МНС II класса контролируют ответ к тимусзависимым Аг; Аг класса II экспрессируются преимущественно на мембранах иммунокомпетентных клеток, включая макрофаги, моноциты, В-лимфоциты и активированные Т-клетки.

### **Связь МНС и других антигенов гистосовместимости с болезнями**

Лейкоцитарные антигены влияют на результаты трансплантации органов и тканей. Эти антигены контролируются главным комплексом гистосовместимости (МНС). Отторжение тканей-иммунологический процесс, так как продуктом гена тканевой совместимости является аллоантigen, а он вызывает иммунный ответ при введении в организм, для которого он генетически чужеродный.

При первой пересадке сердца человека главная трудность заключается не в технике операции, а в несовместимости тканей, обусловленной иммунологическими механизмами. У человека выживание трансплантатов реципиентов, взятых от случайного донора, составляет 10,5 дня, тогда как трансплантаты, обмененные между однояйцовыми близнецами, приживаются. Это происходит благодаря наличию на поверхности клеток антигенов, называемых трансплантационными антигенами или антигенами гистосовместимости. Гены, кодирующие эти антигены, называются генами тканевой совместимости. Эффективность трансплантации зависит не только от лейкоцитарных и эритроцитарных антигенов, но и от минорной системы гистосовместимости.

Также рассмотрим связь антигенов гистосовместимости МНС с кожными болезнями.

Молекулы HLA – гликопротеины, которые экспрессируются практически на всех клетках, имеющих ядро. Участок HLA локализован на коротком плече 6 хромосомы, на 6р21, который называется МНС. Выделено три классических локуса HLA класса I: HLA-A, – B и -Cw, и пять локусов HLA класса II: HLA-DR, – RQ, – DP, – DM и -DO. Молекулы HLA обладают высоким полиморфизмом с большим количеством аллелей в каждом локусе. Так, аллельная вариация обеспечивает определение уникальных «отпечатков пальцев» для каждой

клетки индивида, которые позволяют иммунной системе распознавать чужеродное и свое. Клиническая значимость системы HLA весьма высока в трансплантологии человека, особенно при трансплантации почки и костного мозга, где важен поиск совместимых локусов HLA-A, -B и -DR. Молекулы МНС класса I в комплексе с определенными пептидами играют роль субстрата для активации CD8+ Т-лимфоцитов, тогда как молекулы МНС класса II на поверхности антиген-презентирующих клеток отображают пептиды для узнавания рецепторами CD4+ Т-хелперов. Таким образом, МНС молекулы являются основными для эффективного адаптивного иммунного ответа.

С другой стороны, генетические и эпидемиологические исследования показали участие этих молекул в патогенезе различных аутоиммунных и хронических воспалительных заболеваний. При некоторых кожных болезнях, таких как псориаз, псориатическая артритопатия (центральная и периферическая), герпетiformный дерматит, пемфигус, синдром реактивного артрита и болезнь Бехчета, была показана связь с наследованием определенных HLA гаплотипов (например, у индивидов и семей с определенными HLA аллелями эти болезни встречаются значительно чаще). Однако молекулярные механизмы, через которые полиморфизм в молекулах HLA обеспечивает предрасположенность к определенному заболеванию, до сих пор не ясны. Еще более усложняет ситуацию то, что для большинства болезней неизвестно, какие аутоантигены (презентируемые МНС молекулами, связанными с болезнью) вовлечены первично. Для многих заболеваний связь с МНС – это главная генетическая связь. Тем не менее для большинства МНС-ассоциированных болезней было трудно однозначно определить первичный ген риска, связанного с расширенным неравновесным сцеплением в участке МНС. В клинической практике большое значение имеет сильная генетическая связь между определенными аллелями HLA и риском побочных лекарственных реакций. К примеру, среди представителей китайской народности Хань, а также некоторых других азиатских народов, ген HLAB\* несет существенно повышенный риск карbamазепин-индуцированного синдрома Стивенса-Джонсона и токсического эпидермального некролиза. Следовательно, в популяциях высокого риска рекомендовано, или даже предусмотрено регуляторными агентствами, проведение скрининга на носительство HLAB\* 1502 до начала терапии карbamазепином.

## **Первичные дефекты иммунной системы.**

Нарушения в различных звеньях иммунной системы приводят к многообразным патологическим иммунным реакциям. Гиперчувствительность (аллергия) возникает в результате чрезмерной иммунной реакции на чужеродные антигены. Иногда иммунные реакции направлены и против структур собственного организма (автоиммунные реакции). Нарушение иммунного ответа может быть вызвано и в результате неполноценного развития и созревания клеток иммунной системы. Обычно поражение одного звена иммунной системы не затрагивает функционирования других. Выделяют первичные и вторичные иммунодефициты.

Первичные иммунодефициты – это генетически обусловленная неспособность организма реализовать то или иное звено иммунного ответа.

Вторичные иммунодефициты являются приобретенными при индивидуальном развитии организма (онтогенез). Они возникают в результате недостаточного кормления, воздействия ионизирующего излучения, заболевания лейкозом и т. д.

В США в 1981 г. обнаружено новое заболевание иммунной Системы – СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита). Роль наследственности в реакции организма на приобретенный иммунодефицит отчасти выражается в том, что только около 10 % носителей вируса заболевают СПИДом.

Недостаточность иммунной системы может быть обусловлена недостаточностью фагоцитов, клеточного иммунитета, гуморального иммунитета, системы комплемента, а также комбинированным иммунодефицитом.

У сельскохозяйственных животных наследственные иммунодефициты изучены недостаточно. Но в соответствии с законом гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова можно найти иммунодефициты, подобные тем, которые описаны у человека.

Летальный фактор А-46. Известен у скота черно-пестрой, датской и фризской пород и является аутосомно-рецессивным. Телята рождаются нормальными, а к 4—8 нед у них наблюдаются поражение кожи, сыпь, алопеция (выпадение волос), пара-кератоз (аномальное орогование) вокруг рта, глаз, нижней челюсти. Животные более чув-

ствительны к вирусным инфекциям вследствие снижения клеточного иммунитета. Синтез Ig всех классов и иммунный ответ нормальны. Без лечения животные погибают в 4-месячном возрасте. У больных животных возникает гипоплазия тимуса, селезенки, лимфатических узлов. Предполагают, что у гомозиготных по рецессивному гену телят необычайно повышена потребность в цинке, который нужен для поддержания нормального развития и функционирования Т-лимфоцитов.

Комбинированный иммунодефицит (CID). Известен у человека, жеребят арабской породы и длинношерстной таксы. Связан с генетическим нарушением образования и функционирования Т- и В-лимфоцитов. Наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Это подтверждается тем, что у пораженных жеребят матери и отцы здоровы, однако ни один жеребенок не доживает до репродуктивного возраста без трансплантации костного мозга.

Болезнь встречается у самок и самцов. У новорожденных жеребят очень мало или нет циркулирующих лимфоцитов, а в сыворотке крови почти отсутствуют иммуноглобулины. Наблюдается недоразвитие тимуса. Животные не способны отвечать на иммунизацию. Жеребята остаются здоровыми до 2-месячного возраста, а после уменьшения количества материнских Ig погибают к 5-месячному возрасту от различных инфекций. У жеребят арабской породы CID встречается с частотой 2,3-3,7 %.

Агаммаглобулинемия – дефект гуморальной системы (В-лимфоцитов). Встречается у человека и лошадей. Признак сцеплен с полом (с X-хромосомой). Болезнь описана у жеребят пород американский рысак и английская чистокровная верховая. Животные не способны синтезировать иммуноглобулины всех классов, но функция Т-лимфоцитов нормальная. Больные особенно восприимчивы к бактериальным инфекциям, но чувствительность к вирусным инфекциям не повышена. Жеребята доживают до 17-18 мес, тогда как с комбинированным иммунодефицитом (CID) – до 5 мес. Это указывает на важную роль Т-лимфоцитов в резистентности животных.

Селективный дефицит IgM встречается у лошадей и характеризуется частичным или полным отсутствием IgM в сыворотке крови. Общее количество лимфоцитов с поверхностно расположенными Ig и количество Т-клеток нормальные. Это значит, что отсутствуют IgM

В-клеток или В-клетки не способны секретировать IgM. Большинство жеребят погибают к 4-8 мес в результате повторяющихся с месячного возраста респираторных инфекций. Некоторые из них доживают до 2 лет, но плохо растут из-за повторных респираторных инфекций. Генетическая природа этой болезни не выяснена.

У кур также выявлена дисгаммаглобулинемия, при которой наблюдаются низкое содержание IgG и повышенный уровень IgM. Это приводит к высокой смертности птицы.

Известна большая группа генетически детерминируемых дефектов системы комплемента у человека (C2, C3). Дефицит комплемента C6 у кроликов сопровождается кровоточивостью и обусловлен аутосомно-рецессивным геном. У них легко выявить гетерозиготные особи, что дает возможность избавиться от этого дефекта.

Приведенные здесь примеры указывают на необходимость учета врожденных дефектов иммунной системы. Недостаточно изучены генетический контроль синтеза иммуноглобулинов, главный комплекс гистосовместимости, гены иммунного ответа у разных видов сельскохозяйственных животных и генетическая детерминация силы иммунного ответа у них. Интересно и важно для ветеринарной медицины дальнейшее изучение у животных первичных дефектов всех звеньев иммунологической системы.

### **Контрольные вопросы**

1. *Опишите функции иммунной системы.*
2. *Назовите составляющие МНС.*
3. *Раскройте связь МНС и других антигенов гистосовместимости с болезнями.*
4. *Опишите первичные и вторичные иммунодифициты.*

## **Занятие 4**

### **Генетические аномалии в популяциях**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными путями возникновения и выявления аномалий у животных.

#### **Генетические аномалии и распространенность их в популяции.**

Мутации, представляющие собой стойкие изменения в структуре ДНК, хромосом и количественном составе кариотипа, постоянно и с определенной частотой возникают в популяциях животных.

Фенотипически мутации нередко проявляются в формах врожденных уродств (аномалий), в смертности, снижении жизнеспособности и устойчивости к болезням, нарушении воспроизводительной функции. В популяциях сельскохозяйственных животных в процессе длительного их существования накоплен определенный груз вредных рецессивных мутаций и аберраций хромосом. Для профилактики распространения вредных мутаций необходима организация учета всех форм патологии животных.

Генетический контроль (мониторинг) вредных мутаций должен включать тщательный клинический анализ болезней и уродств, экспертизу происхождения аномальных животных, выяснение роли наследственности в их этиологии.

Значение проблемы генетического мониторинга в современном животноводстве связано с рядом обстоятельств. Так, в связи с использованием искусственного осеменения постоянно сокращается число производителей; следовательно, степень влияния каждого из них на генофонд стада, распространение наследственных дефектов значительно увеличилась. Поэтому особо важное значение при организации крупномасштабной селекции приобрела оценка генотипов быков, хряков, баранов, используемых в интенсивном воспроизводстве. Контроль воспроизводительных способностей производителей общепринятыми методами по качеству потомства не дает полных сведений о возможности генетического влияния их на оплодотворяемость, эмбриональную смертность, рождение аномального и нежизнеспособного, подверженного заболеваниям плода. Ситуация осложняется тем, что большинство аномалий и уродств – это рецессивно наследуемые генные мутации, фенотипически проявляющиеся только в гомозиготном состоянии. Наследуемые хромосомные аномалии фенотипически проявляются лишь у взрослых дочерей производителей в виде гибели эмбрионов.

Для проверки производителей на носительство скрытых генетических дефектов и элиминации их из воспроизводства необходимы регистрация всех случаев уродств и аномалий, контроль состояния структуры и функции хромосом. Организация мониторинга в животноводстве позволяет контролировать уровни мутагенов в окружающей среде, их влияние на хромосомный аппарат, рост, развитие и

продуктивность животных, осуществлять профилактику распространения генетической патологии.

В норме распространение аномалий – 1%. Распространитель летальных и полулетальных генов – производитель. Влияние дрейфа генов, усиление концентрации вредного аллеля возрастают при повышении нагрузки на одного производителя. Скорость протекания генетико-автоматических процессов (дрейфа) зависит от эффективной численности популяций. Для определения последней используют формулу  $Ne = 4Nf \cdot Nm/Nf + Nm$ , где  $Ne$  – эффективная численность популяции;  $Nf$  – в размножении. Зависимость интенсивности генетико-автоматических процессов (дрейфа) от размера популяции определяется по формуле  $K = 1/2 Ne$ , где  $K$  – доля, на которую изменяется концентрация аллеля. Так, если на поголовье 1000 маток будут использоваться 5 быков, величина  $K$  составит 2,0 %, а при использовании одного быка  $K$  будет равна 10%. Особенno резко может повыситься частота мутантного аллеля в популяции, если при разведении линии генотип гетерозиготного родоначальника будет репродуцироваться с применением инбридинга. Чтобы не допустить массового распространения наследственной патологии, необходимы проверка генотипов производителей на носительство вредных генов и исключение из интенсивного использования носителей мутации.

### **Наследственно-средовые аномалии**

В отношении определенных аномалий можно говорить, что проявление их примерно в равной степени зависит от эндогенных (генотипа) и экзогенных (внешняя среда) факторов. Это так называемые наследственно-средовые аномалии. Предполагается, что они контролируются полилокусной системой генов. Фенотипическое проявление этих признаков зависит от количества мутантных генов, обусловливающих аномалию. Существует понятие порога действия таких генов, что соответствует их числу или силе кумулятивного эффекта. Если число генов или сила их действия превышают порог, аномалия проявляется. Если эти показатели ниже порога, животное остается нормальным. Сила кумулятивного действия генов, а соответственно фенотипическое проявление аномалии, очевидно, зависят от условий среды. При изменении последней в худшую сторону вредный эффект генов проявляется, в оптимальных условиях среды порог для проявления аномалии, очевидно, повышается.

Аномалии могут возникать в результате действия на эмбрион или плод определенных повреждающих факторов внешней среды, называемых тератогенами. Эти нарушения могут диагностироваться уже после рождения, если тератогенный фактор воздействует в постнатальный период развития.

### **Экзогенные аномалии**

Аномалии, или пороки развития, возникающие в результате действия на организм факторов внешней среды, являются ненаследственными, или экзогенными. Тератогенные факторы внешней среды можно разделить на физические, химические и биологические. Тератогены одновременно могут быть и мутагенами. Если, повреждающий фактор действует на генетический аппарат половых клеток, он вызывает наследуемую мутацию. В другом случае при воздействии на зрелые соматические клетки возникает соматическая мутация, а в третьем варианте, когда мишенью являются незрелые эмбриональные клетки, вредное вещество проявляет тератогенное действие.

### **Генетический анализ в изучении этиологии врожденных аномалий**

Проявление наследственно обусловленных аномалий замыкается в пределах определенных семейств и родственных групп животных. Исходя из этого, основным методом генетического анализа аномалий является семейно-групповой метод в пределах одного или нескольких поколений животных. Важное значение в проведении генетического анализа имеют данные патологической анатомии, гистологии, цитологии, физиологии, биохимии, рентгенологии и других наук. Например, было установлено, что аномалия с клиническими признаками нарушения координации движений, агрессивности и летального исхода у телят проявлялась в определенных типах спариваний. Механизм ее возникновения и возможности профилактики открылись благодаря биохимическому анализу. У аномальных животных обнаружили почти полное отсутствие фермента кислой маннозидазы вследствие рецессивной мутации. Гетерозиготные носители мутантного гена содержали в сыворотке крови половину нормы этого фермента.

В другом случае наблюдали гибель телят, полученных от трех родственных между собой производителей, без видимых причин. Только с помощью рентгеноскопии были обнаружены у нежизнеспо-

собных телят щели в позвоночнике, как следствие действия мутантного гена. Так была доказана наследственная причина гибели телят.

Нарушения воспроизводительных функций у животных могут иметь разные причины. С помощью цитогенетического анализа можно установить, являются ли эти нарушения следствием транслокаций или других аберраций хромосом.

Определение типа наследования аномалий важно в целях разработки селекционных методов для профилактики распространения аномального приплода у животных. Тип наследования аномалий обычно определяют на основании анализа генеалогии – родословных, в которых должны быть записаны сведения о характере аномалий. Графическое изображение родственных связей аномальных животных позволяет установить источник распространения аномалий и тип наследования.

### **Контрольные вопросы**

1. *Что представляют собой мутации развития организма?*
2. *Какие действия должен включать в себя генетический контроль вредных мутаций?*
3. *От чего зависит проявление наследственно-средовых аномалий?*
4. *Что способствует возникновению экзогенных аномалий?*
5. *Что включает в себя генетический анализ в изучении этиологии врожденных аномалий?*

## **Занятие 5**

### **Аномалии развития сельскохозяйственных животных**

**Цель занятия:** приобрести навыки определения генетических аномалий животных.

#### **Аутосомный доминантный тип наследования**

Тип наследования аутосомно-доминантный – это наследование преобладающих признаков, которые располагаются в аутосомах. Фенотипические проявления их могут сильно отличаться. У некоторых признак может быть едва заметным, а бывает и слишком интенсивное его проявление.

Тип наследования аутосомно-доминантный имеет следующие признаки: данный признак проявляется в каждом поколении. Количество больных и здоровых примерно одинаковое, их соотношение 1:1.

Если молодняк у больных родителей рождается здоровым, то и их потомки будут здоровы. Болезнь одинаково затрагивает как самцов, так и самок. Чем сильнее влияние на репродуктивные функции, тем больше вероятность появления различных мутаций. Если оба родителя больны, то потомок, рождаясь гомозиготой по этому признаку, болеет более тяжело по сравнению с гетерозиготой.

Все эти признаки реализуются только при условии полного доминирования. При этом присутствия только одного доминантного гена будет достаточно для проявления признака.

### **Аутосомно-рецессивный тип наследования**

Проявиться признак при этом типе наследования может только в случае образования гомозиготы по этой патологии. Такие болезни протекают более тяжело, потому что обе аллели одного гена имеют дефект. Вероятность проявления таких признаков повышается при близкородственных спариваниях.

К основным критериям такого наследования можно отнести следующие: если оба родителя здоровы, но являются носителями патологического гена, то потомок будет болен. Если посмотреть родословную, то прослеживается горизонтальное распределение больных. Если оба родителя больны, то все дети будут рождаться с такой же патологией. Если один родитель болен, а второй является носителем такого гена, то вероятность рождения больного детеныша составляет 50% По такому типу наследуются очень многие заболевания, касающиеся обмена веществ.

### **Аномалии у сельскохозяйственных животных, обусловленные мутациями генов**

Многие формы патологии животных имеют генетическую основу и связаны с мутациями и рекомбинациями наследственного материала – генов и хромосом. Мутации, представляющие собой стойкие изменения в структуре ДНК, хромосом и количественном составе кариотипа, постоянно и с определенной частотой возникают в популяциях животных. Фенотипически мутации нередко проявляются в формах врожденных уродств (аномалий), в смертности, снижении жизнеспособности и устойчивости к болезням, нарушении воспроизводительной функции. В популяциях сельскохозяйственных животных в процессе длительного их существования накоплен определенный груз вредных рецессивных мутаций и аберраций хромосом.

Большинство аномалий и уродств – это рецессивно наследуемые генные мутации, фенотипически проявляющиеся только в гомозиготном состоянии. Наследуемые хромосомные аномалии фенотипически проявляются лишь у взрослых дочерей производителей в виде гибели эмбрионов. Для проверки производителей на носительство скрытых генетических дефектов и элиминации их из воспроизводства необходимы регистрация всех случаев уродств и аномалий, контроль состояния структуры и функции хромосом.

В современных условиях разведения животных, когда генотип производителя за короткое время может быть репродуцирован тысячами его потомков, ущерб от рождения аномального приплода, снижения его плодовитости и жизнеспособности может быть больше улучшающего эффекта по продуктивности, если производитель является носителем вредных генов или аберраций хромосом.

*Аномалии у крупного рогатого скота.* Биологические особенности данного вида животных – малоплодие и относительная позднеспелость. Корова обычно приносит одного теленка, который достигает половой и физиологической зрелости только к 1,5 годам, так что период между первым отелом матери и дочери в среднем составляет 5 лет. Вследствие этого появление в стаде аномального приплода может существенно снижать уровень воспроизводства и интенсивность племенного отбора поголовья. Относительная частота отдельных типов аномалий в каждой породе или популяции может быть различной. В костромской породе наиболее часто регистрируется генетическая аномалия головы – укорочение челюсти, в ярославской породе – синдактилия, в холмогорской – контрактуры мышц, в черно-пестрой – пупочные грыжи. У крупного рогатого скота в Германии наиболее часто (21%) встречались аномалии центральной нервной системы. Второе место по частоте регистрации (14 %) занимала комплексная аномалия – сочетания пупочных грыж с расщеплением брюха и плода в целом. Частота аномалий, или процентное отношение аномального приплода к общему его числу, в пределах конкретных популяций также может быть самым различным и по средним оценкам не превышать 1%.

*Аномалии у свиней.* В Международный список летальных дефектов свиней включено 18 генетических аномалий. Основная часть их обусловлена аутосомными рецессивными генами. Генетические

аномалии могут занимать значительное место в патологии свиней. В Испании при исследовании 23 449 поросят из 2399 пометов, полученных от хряков пород дюрок, йоркшир, гемпшир и белый честер, выявили соответственно 6,21; 6,02; 9,66; 2,62% аномальных пометов.

*Аномалии у овец.* У овец описано около 90 врожденных аномалий. Большинство известных генетических дефектов у овец обусловлено моногенным аутосомным рецессивным типом наследования. Наиболее часто у этого вида животных встречаются черепно-лицевые дефекты, а также искривление передних конечностей, гермафродитизм, крипторхизм, энтропия, полителия, артрогрипоз и др. Анализ показал, что 55,4% дефектов относились к мышечно-скелетной системе, 12,7 – к пищеварительной, 9,7 – к сердечно-сосудистой, 7,1 – к урогенитальной, 6 – к центральной нервной системе, 3,5 – к аномалии связок, 3,2 – к брюшной, 1,5 % – к эндокринной системе. Средняяэмбриональная смертность у овец равна 20 %. Это указывает на то, что в этот период могут проявлять свое действие многие неидентифицируемые летальные гены.

*Аномалии у лошадей.* Из наследственных аномалий у лошадей 10 включены в Международный список летальных дефектов. Среди них 3 аномалии скелета, 2 – воспроизводительной системы, 2 – почек и мышц, по одной аномалии кишечника, нервной системы, органов зрения. У лошадей тяжеловозных пород чаще встречается атрезия ободочной кишки. У лошадей известны некоторые другие генетические и наследственно-средовые аномалии. Так, в США у лошадей нескольких пород наблюдается появление жеребят со своеобразной белой пятнистостью, названной «оверо». При скрещивании лошадей типа «оверо» рождаются жеребята с розовой кожей, у которых наблюдают гипоплазию кишечного тракта и изоэритролиз, а также колики, приводящие к гибели. Доказана наследуемость дерматозов конечностей у лошадей. Пороками с наследственной предрасположенностью являются нередко встречающееся хроническое деформирующее воспаление скакательного сустава – шпат, так называемая «костыльная нога» у жеребят, а также хроническое асептическое воспаление венечного блока копыт, наблюдаемое в основном у скаковых и беговых лошадей.

*Аномалии у птиц.* Птицы, прежде всего куры, наиболее изучены в отношении генетики аномалий. В Международный список леталь-

ных дефектов включено 45 аномалий у кур, 6 у индеек и 3 у уток. Наиболее часто встречаются аномалии клюва (клюв попугая, перекрещивающийся клюв).

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите признаки аутосомно-доминантного типа наследования.
2. Назовите признаки аутосомно-рецессивного типа наследования.
3. Опишите аномалии крупного рогатого скота, обусловленные мутациями генов.
4. Дайте характеристику генных аномалий свиней.
5. Охарактеризуйте генные аномалии овец.
6. Опишите аномалии лошадей, обусловленные мутациями генов.
7. Какие генные аномалии наиболее часто встречаются у птиц?

## **Занятие 6**

### **Мутации кариотипа и фенотипические аномалии животных**

**Цель занятия:** сформировать понимание закона гомологических рядов во взаимосвязи с наследственной изменчивостью. Рассмотреть взаимосвязь числовых и структурных мутаций кариотипа и фенотипических аномалий животных

### **Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости**

Гомологические ряды в наследственной изменчивости – понятие, введенное Н.И. Вавиловым при исследовании параллелизмов в явлениях наследственной изменчивости по аналогии с гомологическими рядами органических соединений.

Генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Закономерности в полиморфизме у растений, установленные путём детального изучения изменчивости различных родов и семейств, можно условно до некоторой степени сравнить с гомологическими рядами органической химии, например, с углеводородами ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ...).

Суть явления состоит в том, что при изучении наследственной изменчивости у близких групп растений были обнаружены сходные аллельные формы, которые повторялись у разных видов (напри-

мер, узлы соломин злаков с антоциановой окраской или без, колосья с остью или без и т. п.). Наличие такой повторяемости давало возможность предсказывать наличие ещё не обнаруженных аллелей, важных с точки зрения селекционной работы. Поиск растений с такими аллелями проводился в экспедициях в предполагаемые центры происхождения культурных растений. Следует помнить, что в те годы искусственная индукция мутагенеза химическими веществами или воздействием ионизирующих излучений ещё не была известна, и поиск необходимых аллелей приходилось производить в природных популяциях. Дело в том, что в процессе клеточного деления явления, отвечающие за наследственную изменчивость, например, кроссинговер, не происходят полностью случайным образом, а зависят от структуры хромосом, т.е. у гомологичных видов хромосомные перестройки могут совпадать, давая параллелизм форм. Мутагенез с помощью радиации тоже не полностью спонтанен, из-за наличия у организмов системы reparации повреждений генома, а происходит в так называемых горячих точках, которые у гомологичных видов соответствуют друг другу.

Н. И. Вавилов рассматривал сформулированный им закон как вклад в популярные в то время представления о закономерном характере изменчивости, лежащей в основе эволюционного процесса. Он полагал, что закономерно повторяющиеся в разных группах наследственные вариации лежат в основе эволюционных параллелизмов и явления мимикрии.

Родственные таксоны часто имеют родственные генетические последовательности, слабо различающиеся в принципе, а некоторые мутации возникают с большей вероятностью и проявляются в целом сходно у представителей разных, но родственных, таксонов.

#### **Числовые и структурные мутации кариотипа и фенотипические аномалии животных**

*Числовые мутации хромосом* рассмотрим на примере крупного рогатого скота. В кариотипе его содержится 60 хромосом. Обнаружены разные формы числовых и структурных аномалий кариотипа, которые сочетаются с нарушением плодовитости, эмбриональной смертностью, интерсексуальностью, злокачественными процессами (лейкоз, саркома и др.), врожденными уродствами и некоторыми генетическими аномалиями обмена веществ, болезнями животных.

**Числовые аномалии кариотипа (анеуплоидия).** Числовые аномалии хромосом относят к вновь возникающим мутациям. Однако имеются исследования, которые показывают, что может быть семейная предрасположенность к анеуплоидии. Так, при описании шести случаев трисомии по 17-й хромосоме, сочетающейся с синдромом общего недоразвития телят (нанизм), гидроцефалией, микрофтальмией, аномалиями сердца и крипторхизмом, указывается на генетическую предрасположенность к нерасхождению хромосом. Трисомия по 19-й паре хромосом ассоциировалась с прогнатией нижней челюсти у теленка.

Гаметы с трисомией, моносомией, нуллисомией и полисомией обычно вызывают летальный исход уже на ранних стадиях эмбрионального развития и являются продуктом нарушения спермио- или овогенеза у носителей транслокаций. После рождения наблюдают числовые нарушения только по мелким аутосомам и половым хромосомам.

**Полиплоидия.** Увеличение числа наборов хромосом – полиплоидию наблюдали как в соматических, так и в половых клетках в мозаичной форме, т. е. как определенный процент клеток с аномальным набором хромосом.

Полностью (100%) полиплоидные эмбрионы у крупного рогатого скота и других видов животных отмирают на ранних стадиях онтогенеза.

**Структурные мутации хромосом. Транслокации.** Наибольшее количество исследований у крупного рогатого скота проведено по изучению частоты и влияния на плодовитость центрического слияния – транслокации между 1-й и 29-й аутосомами. Эта аберрация обнаружена в молочных, мясных и комбинированных породах во многих странах мира. Транслокация 1/29 хромосом снижает плодовитость крупного рогатого скота, по отдельным расчетам, на 3,5-10 % и выше. Причины снижения плодовитости связаны с тем, что у гетерозиготных носителей робертсоновской транслокации образуются гаметы с несбалансированным набором хромосом. Так, при носительстве транслокации 1/29 хромосом возможно образование шести типов гамет. Из них 1-й и 2-й типы – это гаметы с избыtkом, а 4-й и 5-й – с недостатком генетического материала. Использование производителя с кариотипом  $2n=59$ , XY T 1/29 на коровах с нормальным набором

хромосом 2п=60, XX может привести к формированию нежизнеспособных эмбрионов с трисомией и моносомией по 1-й и 29-й аутосомам. Такие же результаты возможны и при других вариантах скрещиваний.

Коровы – носители транслокации 1/29 хромосом, по данным Густавсона, имеют более низкую молочную продуктивность, поэтому их раньше выбраковывают.

Во многих странах в законодательном порядке запрещено использовать быков – носителей транслокации 1/29 хромосом на станциях искусственного осеменения. Приняты ограничения или требования о цитогенетической аттестации при импорте и экспорте животных или их гамет.

Кроме транслокации у крупного рогатого скота описаны центрические слияния между другими парами аутосом. Венгерский ученый Ковач (1982) указывает на то, что различия по степени влияния разных типов центрических слияний на воспроизводительную функцию могут обуславливаться неодинаковым уровнем смерти несбалансированных гаплоидных клеток или эмбрионов. Эти различия также могут быть связаны с утратой центромерных участков хромосом, вступающих в транслокацию, или потерей их функциональной активности.

Кроме транслокаций по типу центрических слияний у крупного рогатого скота обнаружены также реципрокные транслокации и tandemного типа. Так, Хансен (1970) зарегистрировал tandemную транслокацию 1-й и 9-й хромосом у датского молочного скота. Эта аберрация была связана с повышенной эмбриональной смертностью и снижением плодовитости животных примерно на 10 %.

Герцог (1972) наблюдал tandemную транслокацию 1-й и 7-й хромосом у животных немецкой красной породы с гипоплазией левой области большого полушария мозга, расщеплением позвоночника и сегментной аплазией спинного мозга.

Инверсии. Перицентрическая инверсия в 14-й паре хромосом обнаружена Попеску у нормандской породы, шароле и гернзееев. Аберрация заметно снижала плодовитость животных.

Делекции, нехватки, поломки хромосом. Утраты средних участков хромосом (делекции) и концевых участков (нехватки) вызывают обычно летальный эффект на ранних стадиях онтогенеза. Их находят также у животных с различной патологией.

Нередко в кариотипе обнаруживают поломки хромосом – хроматидные и хромосомные разрывы с образованием фрагментов генетического материала. Из множества работ по данному вопросу следует выделить исследования Хелнан (1982), который показал, что мелкие делеции или вторичные перетяжки хромосом и изохроматидные разрывы, как он затем их назвал, наследуются и имеют связь с хроматидой у крупного рогатого скота вследствие тазобедренных артритов.

Хромосомные аномалии могут широко распространяться в породе через производителей, используемых в воспроизводстве, особенно если их спермой осеменяют коров племенных заводов, которые продают ремонтных быков на племпредприятия по искусственноому осеменению. Из этого следует вывод о необходимости цитогенетического контроля за распространением хромосомных аномалий в скотоводстве и браковки животных с нарушением кариотипа.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоит суть гомологических рядов в наследственной изменчивости?
2. *Приведите примеры взаимосвязи числовых мутаций хромосом и фенотипических аномалий.*
3. *Приведите примеры взаимосвязи структурных мутаций хромосом и фенотипических аномалий.*

## **Занятие 7**

### **Генетическая устойчивость и восприимчивость к болезням**

**Цель занятия:** ознакомиться с особенностями восприимчивости животных к болезням.

### **Генетическая устойчивость и восприимчивость к бактериальным болезням**

*Мастит* – воспаление молочной железы. Причинами болезни могут быть биологические (стрептококки, стафилококки и т. д.), механические, термические и химические факторы. У больных коров удой за год снижается в среднем на 300 кг. У буйволиц и зебу частота маститов меньше, чем у коров молочных пород. Меньше заболевают маститом коровы, имеющие чашеобразную и округлую формы вымени и спокойный нрав. В некоторой степени на подверженность болез-

ни влияют равномерность развития четвертей вымени (заболеваемость задних четвертей выше), форма и величина сосков. Животные с отвислым вымением более чувствительны к маститу. Коровы с цилиндрической формой сосков меньше поражаются, чем с воронкообразной. Высокое содержание стеариновой, линоленовой и олеиновой жирных кислот увеличивает восприимчивость к маститу. Коровы с высокой скоростью молокоотдачи более чувствительны к маститу, чем со средней, но имеются данные о том, что тугодойность – предрасполагающий фактор.

*Бруцеллез* – хроническая инфекционная болезнь животных и человека, вызываемая бактериями группы *Brucella*. У многих животных проявляется абортом, задерживанием последа и расстройством плодовитости. Наиболее высокочувствительны к бруцеллезу морские свинки, белые мыши, суслики, а устойчивы белые крысы, гуси, голуби.

*Туберкулез* – инфекционная болезнь. Возбудитель – микобактерии. Болезнь млекопитающих, птиц и человека, характеризующаяся образованием в различных органах типичных бугорков – туберкулов, подвергающихся казеозному некрозу. Межвидовые и породные различия. К туберкулезу наиболее восприимчивы крупный рогатый скот, свиньи, норки, куры и олени. Реже болеют козы, собаки, утки, гуси. Относительно устойчивы к инфекции лошади, овцы и кошки. Все породы крупного рогатого скота в той или иной степени восприимчивы к туберкулезу.

*Паратуберкулез* – инфекционная болезнь жвачных, протекающая в основном латентно. Характеризуется прогрессирующим истощением периодической диареей и летальным исходом. Заболевание снижает молочную продуктивность и прирост молодняка на 8—9 %.

Животные джерсейской и гернсейской пород более восприимчивы к паратуберкулезу. Имеются внутрипородные различия по устойчивости и восприимчивости потомства отдельных быков и

*Лептоспироз* – инфекционная природно-очаговая болезнь животных и человека. Возбудитель – лептоспирры. У животных проявляется лихорадкой, анемией, гемоглобинурией,abortами. Болезнь встречается на всех континентах.

**Генетическая устойчивость и восприимчивость к гельминтозам**

**Гельминтозы** – болезни, вызываемые паразитическими червями. В некоторых комплексах по производству молока может быть выявлено до 22 % коров, инвазированных фасциолами, 15 – парамфистомидами и 39 % – стронгилятами.

**Фасциолезы** – гельминтозы животных и человека, вызываемые трematодами рода *Fasciola*, паразитирующими в печени.

**Нематодозы.** Гельминтозы, вызываемые нематодами, встречаются повсеместно у всех видов животных. Основная масса нематод паразитирует в пищеварительном тракте.

#### **Генетическая устойчивость и восприимчивость к протозоозам**

**Протозоозы** – болезни животных, вызываемые простейшими, паразитирующими в различных клетках, тканях и органах животных (трипаносомы — в плазме крови, бабезии и пироплазмы — в эритроцитах, кокцидии — в клетках эпителия кишечника, печени, почек).

**Бабезиоз.** Инвазионная трансмиссивная болезнь животных, вызываемая простейшими рода *Babesia*. Протекает с явлениями лихорадки, анемии, желтухи, гемоглобинурии. Крупный рогатый скот *Bos indicus* более устойчив к бабезиозу, чем *Bos taurus*.

**Трипаносомозы.** Трансмиссивные болезни животных и человека, вызываемые жгутиковыми простейшими из рода *Trypanosoma*. Болезни проявляются периодическими повышениями температуры, возникновением отеков, парезом конечностей и параличами. Возбудители болезней передаются многими насекомыми. *Трипанотераптность* (устойчивость к трипаносомозу) характерна и для карликового крупного рогатого скота.

**Эймериозы** (кокцидиозы) – инвазионная болезнь животных и человека, вызываемая паразитическими простейшими класса *Sporozoa* отряда *Coccidiida*. Болезнь особенно большой ущерб наносит птицеводческим и кролиководческим хозяйствам.

**Эймериоз** кур – болезнь преимущественно цыплят в возрасте от 10 до 80 дней. Характеризуется общим угнетением, потерей аппетита, исхуданием. Выявлены межпородные различия по устойчивости к эймериозу: цыплята породы род-айланд более устойчивы к болезни, чем породы леггорн и светлый Суссекс. Устойчивость проявляется меньшим падежом, выходом ооцист и лучшим приростом живой массы.

*Сердечная водянка* (инфекционный гидроперикардит) — болезнь, вызываемая одной из форм риккетсий, переносчиками которой являются клещи.

Относительно устойчивы к этой болезни зебу породы африкандер в сравнении с завезенным скотом английских пород.

*Анаплазмоз*. Трансмиссивная инвазионная болезнь мелкого и крупного рогатого скота, характеризующаяся явлениями анемии и истощения. Породы скота браман и др. отличаются относительной устойчивостью к анаплазмозу.

### **Генетическая устойчивость и восприимчивость к клещам**

Паразитоморфные клещи переносят возбудителей протозойных, вирусных, бактериальных и грибных болезней. Клещи распространены на всех континентах, преимущественно в странах с теплым климатом. Устойчивость к клещам выше у животных с хорошо развитыми подкожными мышцами, с короткой светлой шерстью (клещи летом плохо переносят прямые лучи солнца).

*Актиномикоз* — инфекционная болезнь животных и человека, характеризующаяся образованием грануломатозных поражений в различных тканях и органах. Пораженность быков гернсейской породы была в 7 раз выше, чем быков других пород. Коровы гернсейской породы в 3 раза чаще заболевали актиномикозом, чем голштинские.

### **Генетическая устойчивость и восприимчивость к вирусным инфекциям**

*Лейкозы* (лейкемия, белокровие) — опухолевые заболевания кроветворной ткани. Характеризуются главным образом системным размножением незрелых кроветворных клеток в различных органах и тканях. Лейкоз чаще встречается у крупного рогатого скота, чем у<sup>4</sup> овец, лошадей и свиней. Существуют большие различия между семействами по частоте заболеваемости лейкозом. Имеются семейства, свободные от лейкоза, и с заболеваемостью до 70 %. (От больных лейкозом матерей получено в 2 раза больше больных дочерей, чем от здоровых) Коэффициент корреляции частоты заболеваемости лейкозом матерей и дочерей равен 0,2. Показано, что моногенное наследование устойчивости и восприимчивости лейкоза маловероятно. Предполагают, что у кур восприимчивость к заражению вирусом лейкоза доминирует над резистентностью и является моногенным признаком.

*Рак глаз.* Эта болезнь крупного рогатого скота распространена в Австралии. Считают, что ультрафиолетовые лучи – главный фактор в возникновении болезни. Наиболее чувствительны к раку глаз породы герефорд, комолый герефорд и их помеси. Болезнь у животных встречается в возрасте 8-10 лет и очень редко – до 5 лет. У животных с полной пигментацией кожи (породы абердин-ангус, гернсейская, джерсейская, швицкая и др.) рак глаз не зарегистрирован. У животных с уменьшением пигментации радужной оболочки заболевание встречается чаще.

*Яцур.* Острая вирусная чрезвычайно контагиозная болезнь парнокопытных. К болезни относительно устойчивы зебу. На одной ферме из 1074 голов крупного рогатого скота заболело ящуром 97,1 %. Частота заболеваемости животных симментальской и красной степной пород равна 100 %, кавказской бурой – 87,5, а зебу – только 20 %.

*Болезнь Марека (MD)* – инфекционная болезнь птиц (возбудитель – ДНК-содержащий вирус), характеризующаяся контагиозностью, разрастанием лимфоретикулярной ткани во внутренних органах, коже, мышцах, поражением периферических нервных стволов.

*Ньюкаслская болезнь* (псевдочума птиц) – высококонтагиозная вирусная болезнь главным образом куриных. Характеризуется пневмонией, энцефалитом и множественными точечными геморрагическими поражениями внутренних органов. При остром течении смертность среди молодняка достигает 100 %.

*Скрепи (почесуха)* – медленно развивающаяся инфекционная болезнь, ведущая к дистрофическим изменениям центральной нервной системы. Вызывается вирусоподобным агентом, природа которого не выяснена.

Пока не найдены антигены против возбудителей медленных инфекций (скрепи, висна, куру и др.). Болеют овцы в возрасте 2,5-4,5 года. Характерный признак болезни – зуд. Овцы стирают шерсть об изгороди, и на теле появляются голые места. Болезнь встречается на всех континентах и во многих странах, особенно в Австралии, Новой Зеландии, Южной Африке и США. В Западной Европе скрепи регистрируется в течение 200 лет.

**Миксоматоз кроликов.** Острая вирусная болезнь, характеризующаяся серозно-гнойным конъюнктивитом и образованием опухолей в области головы, ануса и наружных половых органов. У некоторых пород кроликов смертность достигает 100%.

### **Генетическая обусловленность болезней желудочно-кишечного тракта**

**Диарея.** Болезнь у поросят может быть вызвана штаммом *E.* имеющим *K-88*-антител. Этот антиген обеспечивает прилипание возбудителя к тем эпителиальным клеткам слизистой оболочки кишечника, которые имеют соответствующие рецепторы. Наличие рецепторов вызывает восприимчивость к инфекции и кодируется аутосомным доминантным геном *S*. Отсутствие рецепторов обеспечивает устойчивость и детерминировано рецессивным геном *s*. Гомозиготные доминантные (*SS*) и гетерозиготные (*Ss*) свиньи восприимчивы к заражению *K-88*-позитивных *E.*

У телят молочных пород диарея встречается чаще %), чем у мясных. Заболеваемость среди бычков несколько выше, чем среди телочек. Наследственная предрасположенность к язвенным воспалениям тонких кишок обнаружена у свиней и других животных.

Тимпания рубца (вздутие рубца) – болезнь жвачных. Характеризуется большим скоплением газов в рубце. Скот пород тропиков (например, санта-гертура и др.) менее чувствителен к тимпании, чем животные пород умеренного климата. У молочных шортгорнов тимпания встречается значительно чаще, чем у животных голштинской породы. Установлено, что большой объем жидкости рубца связан с высокой чувствительностью к тимпании. Животные с баллом 0,75 и меньше имеют генотип *aa*, высокая восприимчивость к тимпании оценена баллом 1,75 и выше у животных с генотипом *AA*. Гетерозиготные особи имеют оценку 0,76-1,74.

### **Болезни обмена веществ**

Обмен веществ обусловлен генетическими и средовыми факторами. К болезням обмена веществ относятся кетозы, родильный парез, тетания и др.

**Кетозы.** Болезни, характеризующиеся расстройством обмена веществ и проявляющиеся появлением ацетоновых тел в крови (кетонемия), моче (кетонурия), молоке (кетонолактация). Чаще болеют высокопродуктивные коровы, сухие овцы, свиноматки. Болезни возни-

кают вследствие нарушения кормления и содержания животных. Коровы чаще заболевают зимой и в 5-8-летнем возрасте. У больных коров снижается фагоцитарная активность крови, бактерицидная активность сыворотки крови. Кетозы встречаются чаще в Норвегии, чем в Дании и Швеции. Коэффициент наследуемости кетозов составляет 0,02-0,08.

*Родильный парез.* Болезнь проявляется через несколько часов после отела преимущественно у взрослых и часто высокопродуктивных коров. Причиной пареза может быть нарушение обмена кальция, фосфора и магния. Коэффициент наследуемости родильного пареза колеблется от 0,01 до 0,13, коэффициент повторяемости – 0,37.

Наследственно обусловленные аномалии обмена химических элементов. Наследственно детерминированные аномалии обмена меди, цинка, железа, марганца, йода, серы, кобальта и т. д. выявлены у крупного рогатого скота и овец. Генетические различия объясняются разной способностью животных абсорбировать микроэлементы из корма и разной скоростью обменных процессов. Селекция овец на высокую и низкую концентрацию меди оказалась эффективной. Коэффициент наследуемости этого признака был в пределах 0,2-0,4. Коэффициент наследуемости концентрации меди в плазме крови равен 0,45.

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите примеры генетической устойчивости животных к бактериальным болезням,
2. Приведите примеры генетической устойчивости животных к гельминтозам,protoозам, вирусным инфекциям.
3. Приведите примеры генетической устойчивости животных к болезням обмена веществ.
4. Приведите примеры генетической устойчивости животных к болезням желудочно-кишечного тракта.

## **Занятие 8**

### **Влияние факторов среды на устойчивость к болезням конечностей, бесплодию, к стрессу**

**Цель занятия:** научиться соотносить влияние факторов среды и возникновение болезней. Установить влияние селекции животных на устойчивость к болезням.

## **Влияние факторов среды на устойчивость к болезням конечностей**

В условиях промышленного животноводства заболевания конечностей – наиболее распространенные болезни. От 3 до 7% потерь молока связано с болезнями копыт у коров. Десятки болезней конечностей часто объединяют под общим названием «болезни конечностей». Условия среды играют главную роль в их возникновении, однако наследственность – часто важный предрасполагающий фактор. Постановка конечностей может также влиять на заболеваемость. Например, при саблевидной постановке наблюдаются язвы и нагноения.

*Спастический (синдром) парез* (поражение тазовых конечностей). Болезнь характеризуется рецессивным полигенным наследованием с неполной пенетрантностью рецессивного фактора. В большинстве случаев рецессивный фактор передается через быков. У 10-30 быков станций искусственного осеменения может встречаться спастический синдром. Особенno высокая частота болезни у голштинских и абердин-ангусских быков.

У свиней изучено 13 признаков, вызывающих слабость ног. Коэффициенты наследуемости этих признаков были от 0 до 0,56.

Разные породы овец отличаются по восприимчивости к копытной гнили. Частота заболеваемости чистопородных коимбаторов в Индии была 12,8 %, а корриделей – 61,1 %. Передние конечности поражаются чаще, чем задние.

### **Роль наследственности в предрасположенности к бесплодию**

*Бесплодие* – нарушение воспроизводства потомства. Нарушение воспроизводительной способности обусловлено многочисленными факторами среды и наследственностью. Однако невозможно четко разделить ненаследственные и наследственные нарушения плодовитости. Коэффициенты наследуемости бесплодия очень малы — от 0 до 0,1. (У белых телок (болезнь белых телок) шортгорнской породы и родственных им пород часто встречается бесплодие).

*Гипоплазия* (недоразвитие) яичников и семенников раньше часто наблюдалась у комолого скота Северной Швеции (около 17%). Телки с двусторонней гипоплазией не приходят в охоту, а у быков с двусторонней гипоплазией гонад не образуется сперма. У животных с рас-

пространенностью белой окраски на 0,9 части поверхности тела частота гипоплазии гонад была 13,5%

Из дефектов органов половой системы следует указать на *крипторхизм*, при котором один или два семенника лежат в брюшной полости, и мошоночную грыжу, при которой из-за большого диаметра пахового кольца, соединяющего брюшную полость с мошонкой, петли кишечника заходят в мошонку. Крипторхизм у крупного рогатого скота встречается реже, чем у лошадей, коз, свиней и овец. Крипторхизм может быстро распространяться в популяциях овец.

*Гермафродитизм* (совмещение мужского и женского пола в одном организме) чаще встречается у коз и свиней и реже – у крупного рогатого скота, лошадей и овец. У всех гермафродитов обнаружены половые хромосомы XX. У одних особей имеется только ткань семенника, у других – ткани семенника и яичника, но половые клетки не образуются. Частота гермафродитов неодинакова у разных линий и пород. У белой длинноухой свиньи она равна 0,1 %.

Частота *мертворожденности и абортов* в некоторых стадах может изменяться в больших пределах (соответственно от 1 до 10% и от 0,5 до 5% и более) и обусловлена многими генетическими и негенетическими факторами. Существуют иммунные явления во всех звеньях нормального воспроизведения в организмах самок и самцов. Одной из причин пренатальных потерь может быть врожденное или приобретенное иммунодефицитное состояние самок. Совпадение некоторых антигенов главного комплекса гистосовместимости может вызвать нарушение эмбрионального развития. У свиней в 8,5% случаев наблюдается гибель эмбрионов в первые 15-20 дней после оплодотворения.

#### **Роль наследственности в предрасположенности к стрессу**

*Стресс (напряжение)* – состояние организма, возникающее в ответ на действие сильных раздражителей или различных повреждающих факторов внешней среды (инфекции, интоксикации, температура и т. д.).

Описаны три синдрома стресса у свиней: синдром стресса (PSS), синдром злокачественной гипертермии (MHS), синдром мягкого, эксудативного мяса (PSE). Чувствительность к синдрому стресса и зло-

качественной гипертермии может быть выявлена с помощью галотанового теста. Чувствительность к галотану контролируется аутосомным рецессивным геном. У свиней пород бельгийский ландрас и пьетрен частота чувствительных к стрессу свиней достигает 93—96 %.

Один из показателей стресс-синдрома – симптомы врожденного мышечного трепора, наследуемость которого равна 0,4. Частота встречаемости симптомов трепора у свиней породы ландрас составляет 5-18 %, тогда как у животных породы йоркшир, гемпшир и дюрок – менее 1 %. Свиньи с симптомами трепора имеют более высокие среднесуточные приросты и длиннее туловище, более постное мясо в сравнении с животными, у которых симптомы трепора отсутствовали.

### **Влияние факторов среды на устойчивость к болезням**

Неполноценное кормление, высокая и низкая температура, скученность животных, воздействие радиации и т. д. ведут к снижению устойчивости организма к болезням. Нарушение белкового обмена и недостаток витаминов и микроэлементов вызывает уменьшение выработки антител также ослабляет защитные силы организма.

Однако важен тот факт, что в отличие от признаков продуктивности генетические различия между линиями и породами по устойчивости к болезням часто сохраняются и в плохих условиях среды, хотя частота заболеваемости возрастает и у резистентных, и у восприимчивых животных.

Влияние среды на проявление болезни можно рассмотреть на примере отвислого зоба у индеек бронзовой породы. Отвислый зоб возникает у индюшат в возрасте 2-4 мес. в результате чрезмерного потребления воды в жаркое лето. Необратимое и прогрессирующее растяжение стенок зоба сопровождается закупоркой, брожением и образованием токсинов в этом органе. Многие птицы погибают от пневмонии. Если развитие индюшат проходит в прохладное лето, то болезнь не проявляется. В одинаковых условиях среды отвислость зоба не наблюдается у индеек других пород. Это указывает на генетическую предрасположенность индеек бронзовой породы к отвисанию зоба.).

## **Генетическая резистентность патогенов к лекарствам.**

### **Ветеринарная фармакогенетика**

Ветеринарная фармакогенетика – раздел ветеринарной генетики, изучающей наследственно обусловленные реакции животных на лекарственные препараты. Существуют генетические различия в реакции живых организмов на лекарственные препараты. Широкое применение антибиотиков и других лекарств привело к тому, что генетическая резистентность патогенных бактерий возросла до такой степени, при которой часто затруднено лечение инфекционных болезней. Во многих странах повышение резистентности к различным лекарствам обнаружено у гельминтов и клещей. Установлено, что применение одного препарата ведет к возникновению устойчивости клещей к этому препарату в течение 5-10 лет.

Наряду с ветеринарными мерами борьбы с болезнями необходимо разрабатывать и внедрять генетические методы повышения устойчивости животных разных видов к заболеваниям. В связи с этим верна мысль Н. И. Вавилова о том, что среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний, вызываемых паразитическими грибами, бактериями, вирусами, а также различными насекомыми, наиболее радикальным средством борьбы являются введение в культуру иммунных сортов или создание таковых путем скрещивания.

Однако селекция животных на резистентность к болезням затрудняется рядом факторов:

- 1) сложной генетической обусловленностью устойчивости;
- 2) сложной генетической природой самих макро- и в меньшей степени микроорганизмов и сложными взаимоотношениями между ними;
- 3) невозможностью широкого использования заражения (как у растений) для выявления резистентных и восприимчивых индивидуумов;
- 4) отсутствием надежных косвенных критериев (генетических и биохимических маркеров) устойчивости или восприимчивости;
- 5) быстрой изменчивостью патогенов и возникновением новых резистентных штаммов, преодолевающих устойчивость животных;
- 6) часто большим интервалом между поколениями и необходимостью длительной селекции;
- 7) невозможностью использования индуцированного мутагенеза;

8) наличием в некоторых случаях отрицательной корреляции между устойчивостью и признаками продуктивности.

Установлено, что генетическая устойчивость к одному виду патогенов не сопровождается резистентностью к другим видам. Однако не выяснено существование отрицательной связи между устойчивостью к разным болезням. Остается открытым вопрос: может ли селекция на резистентность к одному заболеванию привести к увеличению восприимчивости к другому?

Изменчивость паразитов усложняет выполнение селекционных программ, направленных на повышение устойчивости. В селекционном производстве известно много примеров, когда сорта с хорошей устойчивостью, например, к стеблевой ржавчине, впоследствии сильно поражались новой расой гриба-возбудителя. Это вызывает необходимость снова проводить селекцию на резистентность. Тем не менее известны примеры длительной устойчивости. Так, сорт яблони Северный разведчик оставался устойчивым против кровяной тли более 100 лет и только недавно был поражен новым биотипом кровяной тли в Австралии.

Подобная длительная устойчивость возможна и у животных. В исходной популяции мышей-альбиносов внутрибрюшинное введение клеток сальмонелл приводило к гибели почти всех животных через 7-8 дней. Отбор мышей в течение 11 поколений резко повысил устойчивость к сальмонеллам. Прежняя летальная доза вызывала гибель только 40% животных к 20-му дню. После прекращения отбора достигнутая устойчивость сохранялась в течение 63 поколений. Эти эксперименты указывают на возможность создания и поддержания длительной устойчивости к болезням и у сельскохозяйственных животных.

### **Мероприятия по повышению устойчивости к болезням**

1. Диагностика.
2. Генеалогический анализ стада.
3. Отбор на устойчивость.
4. Оценка производителей.
5. Выращивание устойчивых производителей.
6. Трансплантація эмбрионов.
7. Включение в планы племенной работы соответствующих разделов.
8. Использование персонального компьютера.

## 9. Методы биотехнологического использования

### **Контрольные вопросы**

- 1. Какое влияние оказывают факторы среды на устойчивость к болезням конечностей, бесплодию, к стрессу?*
- 2. Как проводится селекция животных на устойчивость к болезням?*
- 3. Перечислите мероприятия по повышению устойчивости к болезням.*

## **Занятие 9**

### **Учет врожденных аномалий и болезней.**

#### **Методы генетического анализа.**

**Цель занятия:** ознакомиться с методами учета и анализа аномалий и болезней животных.

#### **Учет врожденных аномалий и болезней**

Ветеринарный врач должен обследовать весь приплод на наличие аномалий и зарегистрировать их в журнале с подробным описанием характера аномалии, пола индивидуума, даты его рождения, особенностей эмбрионального развития. Так же следует проверить происхождение этого животного: правильно ли записана мать, соответствует ли записям отец. Аномальные особи и их родители должны быть подвергнуты анализу на предмет зараженности вирусами и бактериями и по другим параметрам внешней среды, которые могут быть потенциальной причиной аномалии.

Учет аномального приплода и регистрация его в племенных карточках родителей служат предпосылкой для проведения генетического анализа с целью выявления роли наследственности в этиологии аномалий.

#### **Методы генетического анализа**

Генетический анализ при этом осуществляют в следующей последовательности:

- 1) определить происхождение аномальных животных по племенным карточкам;
- 2) определить достоверность происхождения по группам крови и полиморфным системам белков и ферментов;

- 3) составить родословные на аномальных особей для определения типа спаривания родителей (инбридинг, аутбридинг) и родства между аномальными особями (поиск общих предков);
- 4) определить тип наследования аномалий (моногенный, полигенный, аутосомный, сцепленный с полом, доминантный, рецессивный);
- 5) изучить кариотип у аномальных особей и их родителей с целью обнаружения хромосомных и геномных мутаций как причины аномалий;
- 6) сделать анализ генотипов по аллелям групп крови, мономорфным системам ферментов и белков для поиска маркеров мутации;
- 7) изучить уровень ферментов и их структуры у аномальных и нормальных животных для обнаружения фенотипического проявления мутантного гена.

В перспективе для выявления носителей мутаций у животных широко могут использоваться современные методы молекулярной генетики, генной инженерии и биотехнологии.

На практике наиболее простой и достаточно точный метод изучения роли наследственности в этиологии аномалий – анализ родословных, или генеалогии, животных. Наличие общего предка с одной (доминантность) или с обеих сторон родословной (рецессивность) указывает на наследственный характер аномалии.

### **Оценка генофонда пород**

Оценка генофонда пород по устойчивости к десяткам и сотням различных заболеваний – важная задача. Однако довольно полная такая оценка, видимо, не проведена ни по одной породе. Тем не менее известны многочисленные примеры породной устойчивости к различным болезням. Эта устойчивость возникла в результате естественного отбора, так как целенаправленная селекция по этому признаку в масштабе породы до настоящего времени практически не проводилась. Знание генофонда пород позволяет более эффективно их использовать в реализации селекционных программ.

Местный зебувидный скот Индии более резистентен к чуме крупного рогатого скота, ящуру и сибирской язве, чем британские породы. Зебу обладает комплексной устойчивостью к ящуре, пироплазмидозам и некоторым болезням органов пищеварения и дыхания.

Скот породы ндама – один из наиболее устойчивых к пироплазмозу. Поскольку пироплазмоз представляет серьезную проблему для многих стран Африки, то породу ндама планируют использовать для повышения устойчивости скота к этому заболеванию. Скот породы ндама во много раз реже поражается трипаносомозом и анаплазмозом по сравнению со швицами, голштинами и скотом других пород, он более устойчив также к нематодам семейства *Trichostrongylidae*. Однако порода ндама очень восприимчива к чуме крупного рогатого скота. Поэтому животные данной породы были сильно поражены в XIX в. во время пандемии чумы крупного рогатого скота. Это один из примеров того, когда высокая устойчивость породы или линии, к одной болезни сочетается с сильной восприимчивостью к другой.

Резистентная к лейкозу линия кур породы белый леггорн (8,7%) восприимчива к моноцитозу, а восприимчивая к лейкозу линия (65 %) устойчива к моноцитозу.

Выявлены большие различия в частоте актиномикоза челюсти у животных разных пород: от 0,56% у швицкого скота до 5,96% у гернсейского.

В Индии у крупного рогатого скота назальный цистосомоз регистрируется в 20 раз чаще, чем у буйволов. Домашний водяной буйвол и желтый скот о-ва Тайвань устойчивы к туберкулезу, бруцеллезу, анаплазмозу и гриппу. Водяной буйвол устойчив также к чуме, крупного рогатого скота.

Западноафриканские аборигенные овцы относительно устойчивы к анаплазмозу и бабезиозу. Летняя экзема реже встречается у овец бурула, чем у овец ромни-марш.

У лошадей известны межпородные различия по сальмонеллезу. Лошади исландской породы отличаются высокой чувствительностью к летней экземе.

Таким образом, всесторонняя оценка генофонда пород позволяет выявить их устойчивость и восприимчивость к различным болезням.

### **Контрольные вопросы**

1. *Как проводится учет врожденных аномалий и болезней?*
2. *Опишите методы генетического анализа.*
3. *Как проводят оценку генофонда пород?*

## Рекомендуемая литература

1. Грязева, В.И. Генетика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Кошелев, В.И. Грязева . – Пенза : РИО ПГСХА, 2014 . – 182 с. : ил. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/278771>.
2. Казанцева, Н.А. Ветеринарная генетика [Электронный ресурс] : учебно-методические указания / Н.П. Казанцева . – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009 . – 36 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/365147>.
3. Крюков, В.И. Генетика. Часть 1. Введение в генетику. Молекулярные основы наследственности: Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / В.И. Крюков – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2006. – 192с. <http://window.edu.ru/resource/08/79081>.
4. Моисейкина, Л.Г. Практикум по генетике и биометрии [Электронный ресурс] / Л.Г. Моисейкина, Б.М. Турдуматов, П.М. Кленовицкий – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2011. – 167с.– Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/297586>.
5. Нефедова, С.А. Экологическая адаптивность, стрессоустойчивость и резистентность животных [Электронный ресурс] / А.А. Коровушкин, Е.А. Шашурина, С.А. Нефедова . – 2012 . – 143 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/208288>.
6. Новак, М.Д. Паразитарные болезни животных [Электронный ресурс] / А.И. Новак, М.Д. Новак. – 215 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/197117>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Занятие 1. Гибридологический анализ.....	4
Занятие 2. Генетика иммуноглобулинов.....	11
Занятие 3. Иммунная система.....	18
Занятие 4. Генетические аномалии в популяциях.....	23
Занятие 5. Аномалии развития сельскохозяйственных животных.....	27
Занятие 6. Мутации кариотипа и фенотипические аномалии животных.....	31
Занятие 7. Генетическая устойчивость и восприимчивость к болезням.....	35
Занятие 8. Влияние факторов среды на устойчивость к болезням конечностей, бесплодию, к стрессу.....	41
Занятие 9. Учет врожденных аномалий и болезней. Методы генетического анализа.....	47
Рекомендуемая литература.....	50

Учебное издание

**Земскова Наталья Евгеньевна**

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ  
И ПТИЦЫ К БОЛЕЗНЯМ**

**Методические указания  
для выполнения  
лабораторных работ**

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 3,0  
Тираж 50. Заказ № 507

Редакционно-издательский центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2  
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47  
Факс 46-6-70  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Зоотехния»

Н. Е. Земскова

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ  
И ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Методические указания  
для лабораторных работ**

Кинель  
РИО СамГАУ  
2020

УДК 631.3:636(07)

ББК 40.715я7

3-55

Земскова, Н. Е.

З 55 «Информационные технологии в науке и производстве» : методические указания / Н. Е. Земскова, – Кинель : РИО СамГАУ / 2020. – 57 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по магистерским программам: «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» и «Разведение, генетика, селекция и воспроизводство сельскохозяйственных животных», «Контроль качества продукции животноводства по технологической схеме производства» и содержат материал по практическому курсу, изучение которого позволит сформировать у обучающихся системы компетенций при использовании современных компьютерных технологий в целях оптимизации производства в агропромышленном комплексе.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Информационные технологии в науке и производстве».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2019  
© Н. Е. Земскова, 2019

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данные методические указания ставят своей **целью** формирование у обучающихся системы компетенций при использовании современных компьютерных технологий в целях оптимизации производства в агропромышленном комплексе.

### **Задачи** методических указаний:

- ознакомить с базовыми понятиями информационных систем и технологий;
- ознакомить с базовыми технологиями разработки программного обеспечения;
- способствовать овладению навыками компьютерных технологий.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций УК-1; ОПК-4 (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП) по направлению 36.04.02 «Зоотехния»:

Компетенции содержат следующие положения:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен обосновать и реализовать в профессиональной деятельности современные технологии с использованием приборно-инструментальной базы и использовать основные естественные, биологические и профессиональные понятия, а также методы при решении общепрофессиональных задач (ОПК-4).

## Занятие 1. Информатизация общества

**Цель занятия:** ознакомиться с языками программирования Паскаль, Бейсик, Си, ОС UNIX.

*Информатизация* – это сложный социальный процесс, связанный со значительными изменениями в образе жизни населения. Он требует серьезных усилий на многих направлениях, включая ликвидацию компьютерной неграмотности, формирование культуры использования новых информационных технологий.

В информационном обществе изменяется не только производство, но и весь уклад жизни, система ценностей, возрастает значимость культурного досуга по отношению к материальным ценностям. В информационном обществе производятся и потребляются интеллект, знания, что приводит к увеличению доли умственного труда. От человека потребуется способность к творчеству, возрастает спрос на знания. Материальной и технологической базой информации общества, станут различного рода системы, на базе компьютерной техники и компьютерных сетей, информационной технологии, телекоммуникационной связи.

Основными критериями развитости информационного общества являются следующие:

- наличие компьютеров;
- уровень развития компьютерных сетей;
- владение информационной культурой, т.е. знаниями и умениями в области информационных технологий.

Важнейшей составной частью информационной культуры современного человека является коммуникативная культура с использованием современных информационных технологий. Развитие сетевых информационных технологий сделало информационные ресурсы глобальной компьютерной сети Интернет потенциально доступными большинству человечества. Умение получать необходимую информацию из сети становится неотъемлемой частью информационной культуры человека.

Таким образом, человек обладает информационной культурой, если:

- имеет представление об информации и информационных процессах, устройстве компьютера и его программном обеспечении;
- умеет использовать информационное моделирование при решении задач с помощью компьютера;
- умеет с достаточной скоростью вводить информацию с клавиатуры и работать с графическим интерфейсом программ с помощью мыши;
- умеет создавать и редактировать документы, в том числе мультимедийные презентации;
- умеет обрабатывать числовую информацию с помощью электронных таблиц;
- умеет использовать базы данных для хранения и поиска информации;
- умеет использовать информационные ресурсы компьютерной сети;
- знает и не нарушает законы об авторских правах на компьютерные программы;
- соблюдает этические нормы при публикации информации в Интернете и в процессе общения с помощью Интернета.

По последним данным в мире работает около полумиллиарда персональных компьютеров. Каждый десятый взрослый человек планеты использует компьютер постоянно. Во многих странах умение работать с компьютером считается уже не компьютерной грамотностью, а просто грамотностью.

При наличии большого числа программ и данных необходим строгий их учет и систематизация. Операционным системам приходится работать с различными потоками данных, разными аппаратными и периферийными устройствами компьютера. Организовать упорядоченное управления всеми этими объектами позволяет файловая система, лежащей в основе операционной системы UNIX.

Существует ряд языков структурно – ориентированного программирования, таких как ПАСКАЛЬ, БЕЙСИК, СИ, ОС UNIX.

Паскаль стал первым языком, с которым знакомится большинство будущих программистов в мире. Паскаль-язык структурного программирования. Любая Паскаль-программа является текстовым файлом с собственным именем и с расширением. PAS (рис. 1).



Рис.1. – Язык Паскаль

Бейсик (BASIC) имеет большие возможности. На нем создают программы самой различной предметной ориентации. Бейсик продолжает лидировать по количеству пользователей. бейсик относится к языкам операциональным, рожденным от вечно живого Фортрана, в которых необязательно (хотя и вполне возможно) организовывать строго упорядоченные программные структуры (рис. 2).

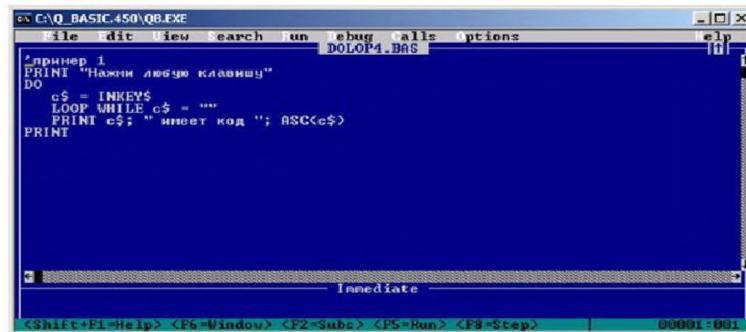


Рис. 2. – Язык Бейсик

Язык программирования Си – это универсальный язык с богатым набором операторов и компактным способом записи выражений. Язык СИ представляет собой удачный компромисс между желанием

располагать теми возможностями, которые обычно предоставляют программисту столь понятные и удобные языки высокого уровня, и стремлением эффективно использовать особенности компьютера (рис. 3).

```
//Пример программы на Си++
#include <iostream.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
void main ()
{
    float a,b,c,p,s;
    cout<<"\n a="; cin>>a;
    cout<<"\n b="; cin>>b;
    cout>>"\n c="; cin>>c;
    p=(a+b+c)/2;
    s=sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
    cout<<"\n Площадь треугольника=" << s;
    getch();
}
```

директивы препроцессора

объявление переменных

исполнимые операторы

51

Рис. 3. – Язык Си

ОС UNIX – одно из высших достижений в мире системного программного обеспечения. Многие специалисты считают, что по сравнению с ней MS DOS является гораздо менее профессиональной системой. Хотя в специальных руководствах по UNIX подчеркивается ее простота и ясность, эта не та простота, которая легко усваивается. Для глобальных сетей UNIX и UNIX-подобные системы (например, LINUX) являются основными (рис. 4).

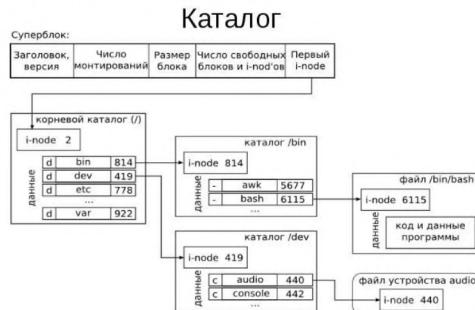


Рис. 4. – Язык ОС UNIX

Компьютерные телекоммуникации все настойчивее проникают в различные сферы жизни современного общества: бизнес, финансы, средства массовой информации, науку и образование. На общем фоне развития телекоммуникаций в нашей стране постепенно проявляется и становится заметным процесс внедрения компьютерных телекоммуникаций в сферу народного образования, и, прежде всего, в жизнь современных Вузов.

### **Контрольные вопросы**

1. *Назовите основные критерии развитости информационного общества.*
2. *Назовите качества человека, обладающего информационной культурой.*
3. *В чем отличие языков структурно – ориентированного языка программирования Паскаль?*
4. *Какими возможностями обладает язык программирования Бейсик?*
5. *Что представляет собой язык Си?*
6. *Каковы возможности ОС UNIX?*

## **Занятие 2.**

### **Структура и классификация информационных систем**

**Цель занятия:** научиться пониманию структуры и классификации информационных систем по различным признакам.

### **Структура информационных систем**

В структуре информационных систем (ИС) можно выделить несколько различных декомпозиций, каждая из которых описывает систему с определённой точки зрения и на различных уровнях детализации. Одной из наиболее важных декомпозиций является декомпозиция ИС на обеспечивающие составляющие как совокупность отдельных её частей, называемых *обеспечивающими подсистемами*.

Среди обеспечивающих подсистем обычно выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное, правовое и лингвистическое обеспечение.

*Информационное обеспечение.* Назначение подсистемы информационного обеспечения состоит в своевременном формировании и выдаче достоверной информации для принятия управленческих ре-

шений. Информационное обеспечение – это совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных.

*Техническое обеспечение* – комплекс технических средств, предназначенных для работы ИС, а также соответствующая документация на эти средства и технологические процессы.

Комплекс технических средств составляют: компьютеры любых моделей; устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации; устройства передачи данных и линий связи; оргтехника и устройства автоматического съёма информации; эксплуатационные материалы и др. Документацией оформляются предварительный выбор технических средств, организация их эксплуатации, технологический процесс обработки данных, технологическое оснащение.

*Математическое и программное обеспечение* – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ для реализации целей и задач информационной системы, а также нормального функционирования комплекса технических средств.

К средствам математического обеспечения относятся: средства моделирования процессов управления; типовые задачи управления; методы математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др. В состав программного обеспечения входят общесистемные и специальные программные продукты, а также техническая документация. Техническая документация на разработку программных средств должна содержать описание задач, задание на алгоритмизацию, экономико-математическую модель задачи, контрольные примеры.

*Организационное обеспечение* – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

*Правовое обеспечение* – совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование информационных систем, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации. В состав правового обеспечения входят законы, указы, постановления государственных органов

власти, приказы, инструкции и другие нормативные документы министерств, ведомств, организаций, местных органов власти.

*Подсистема лингвистического обеспечения* включает совокупность словарей, справочников, положений и инструкций предмашинной и машинной обработки и поиска информации.

### **Классификация информационных систем**

При создании любой классификации важным является то, какой классификационный признак положен в её основу.

Классифицировать информационные системы можно по различным признакам: по структурированности задач, по функциональному признаку, по степени автоматизации, по характеру использования, по сфере применения и т.д.

#### *1. Классификация по масштабу ИС.*

С точки зрения масштаба можно рассматривать ИС: всемирные, международные, республиканские, региональные, отраслевые, объединений, предприятий, подразделений.

#### *2. Классификация по степени автоматизации функций ИС.*

В зависимости от степени автоматизации ИС определяются как неавтоматизированные (ручные), автоматические, автоматизированные.

*Ручные ИС* характеризуются отсутствием современных технических средств переработки информации и выполнением всех операций человеком.

*Автоматические ИС* выполняют все операции по переработке информации без участия человека. *Автоматизированные ИС* предполагают участие в процессе обработки информации и человека, и технических средств, причём главная роль отводится компьютеру. В современном толковании в термин «информационная система» вкладывается обязательно понятие автоматизированной системы.

*Автоматизированные ИС*, учитывая их широкое использование в организации процессов управления, имеют различные модификации и могут быть в свою очередь классифицированы, например, по характеру использования информации (информационно-поисковые и информационно-решающие (управляющие и советующие)) и по сфере применения (интегрированные, организационного управления, управления технологическим процессом, САПР).

#### *3. Классификация ИС по функциональному признаку.*

Функциональный признак определяет назначение системы, а также её основные цели, задачи и функции.

В хозяйственной практике производственных и коммерческих объектов типовыми видами деятельности, определяющими функциональный признак классификации ИС, являются: производственная, маркетинговая, финансовая, кадровая.

Производственная деятельность связана с непосредственным выпуском продукции и направлена на создание и внедрение в производство научно-технических новшеств.

Маркетинговая деятельность включает в себя: анализ рынка производителей и потребителей выпускаемой продукции, анализ продаж; организацию рекламной кампании по продвижению продукции; рациональную организацию материально-технического снабжения.

Финансовая деятельность связана с организацией контроля и анализа финансовых ресурсов фирмы на основе бухгалтерской, статистической, оперативной информации.

Кадровая деятельность направлена на подбор и расстановку необходимых фирме специалистов, а также ведение служебной документации по различным аспектам.

Указанные направления деятельности определили типовой набор информационных систем:

- производственные системы;
- системы маркетинга;
- финансовые и учётные системы;
- системы кадров (человеческих ресурсов);
- прочие типы, выполняющие вспомогательные функции в зависимости от специфики деятельности фирмы.

#### *4. Классификация ИС по сфере применения.*

*ИС организационного управления* предназначены для автоматизации функций управленческого персонала. Учитывая наиболее широкое применение и разнообразие этого класса систем, часто любые информационные системы понимают именно в данном толковании. К этому классу относятся информационные системы управления как промышленными фирмами, так и непромышленными объектами: гостиницами, банками, торговыми фирмами и др.

Основными функциями подобных систем являются: оперативный контроль и регулирование, оперативный учёт и анализ, перспек-

тивное и оперативное планирование, бухгалтерский учёт, управление сбытом и снабжением и другие экономические и организационные задачи.

*ИС управления технологическими процессами* (ТП) служат для автоматизации функций производственного персонала. Они широко используются при организации поточных линий, изготовлении микросхем, на сборке, для поддержания технологического процесса в металлургической и машиностроительной промышленности.

*ИС автоматизированного проектирования* (САПР) предназначены для автоматизации функций инженеров-проектировщиков, конструкторов, архитекторов, дизайнеров при создании новой техники или технологии.

Основными функциями подобных систем являются: инженерные расчёты, создание графической документации (чертежей, схем, планов), создание проектной документации, моделирование проектируемых объектов.

*Интегрированные (корпоративные) ИС* используются для автоматизации всех функций компании и охватывают весь цикл работ от проектирования до сбыта продукции. Создание таких систем весьма затруднительно, поскольку требует системного подхода с позиций главной цели, например, получения прибыли, завоевания рынка сбыта и так далее, что может привести к существенным изменениям в самой структуре компании.

5. *Классификация по характеру (степени структурируемости) обрабатываемой информации.*

Характер обрабатываемой информации на современном этапе оказывает существенное влияние на всю идеологию построения и функционирования ИС. Состав и характер перерабатываемой информации предъявляет жёсткие требования к аппарату её описания, организации и поиска. Существенные различия в аппарате описания, организации и поиска информации реальных ИС приводят к необходимости различать:

- документальные ИС (слабоструктурируемая информация);
- фактографические ИС (жёсткоструктурируемая информация);
- документально-фактографические ИС.

6. *Классификация по признаку структурированности задач.*

При создании или при классификации информационных систем неизбежно возникают проблемы, связанные с формальным – математическим и алгоритмическим описанием решаемых задач. От степени формализации во многом зависят эффективность работы всей системы, а также уровень автоматизации, определяемый степенью участия человека при принятии решения на основе получаемой информации.

Чем точнее математическое описание задачи, тем выше возможности компьютерной обработки данных и тем меньше степень участия человека в процессе её решения. Это и определяет степень автоматизации задачи.

Различают также, как и для информации три типа задач, для которых создаются ИС: структурированные (формализуемые), неструктурные (неформализуемые) и частично структурированные.

*Структурированная (формализуемая)* задача – задача, где известны все её элементы и взаимосвязи между ними. В структурированной задаче удаётся выразить её содержание в форме математической модели, имеющей точный алгоритм решения. Подобные задачи обычно приходится решать многократно, и они носят рутинный характер. Целью использования ИС для решения структурированных задач является полная автоматизация их решения, т.е. сведение роли человека к нулю.

*Неструктурированная (неформализуемая)* задача – задача, в которой невозможно выделить элементы и установить между ними связи.

Решение неструктурных задач из-за невозможности создания математического описания и разработки алгоритма связано с большими трудностями. Возможности использования здесь ИС невелики. Решение в таких случаях принимается человеком из эвристических соображений на основе своего опыта и, возможно, косвенной информации из разных источников.

О большинстве задач можно сказать, что известна лишь часть их элементов и связей между ними. Такие задачи называются *частично структурированными*. В этих условиях можно создать ИС. Получаемая в ней информация анализируется человеком, который будет играть определяющую роль. Такие информационные системы являются автоматизированными, так как в их функционировании принимает участие человек.

ИС, используемые для решения частично структурированных задач, подразделяются на два вида:

1) создающие управленческие отчёты и ориентированные главным образом на обработку данных (поиск, сортировку, агрегирование, фильтрацию). Они обеспечивают информационную поддержку пользователя, т.е. предоставляют доступ к информации в базе данных и её частичную обработку;

2) разрабатывающие возможные альтернативы решения. Принятие решения при этом сводится к выбору одной из предложенных альтернатив.

Такие системы могут быть модельными или экспертными.

*Модельные ИС* предоставляют пользователю математические, статистические, финансовые и другие модели, использование которых облегчает выработку и оценку альтернатив решения. Пользователь может получить недостающую ему для принятия решения информацию путём установления диалога с моделью в процессе её исследования.

*Экспертные ИС* обеспечивают выработку и оценку возможных альтернатив пользователем за счёт создания экспертных систем, связанных с обработкой знаний.

### **Контрольные вопросы**

1. *Раскройте структуры информационных систем.*
2. *Что включает в себя классификация по масштабу ИС?*
3. *Охарактеризуйте ИС по автоматизации функций.*
4. *Чем представлена классификация ИС по функциональному признаку?*
5. *Как классифицируется ИС по сфере применения?*
6. *Раскройте классификацию ИС по характеру обрабатываемой информации и по признаку структурированности задач.*

## **Занятие 3**

### **Структура и классификация информационных технологий**

**Цель занятия:** освоить уровни и виды информационных технологий.

*Информационная технология (ИТ)* – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных

(первой информацией) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Цель ИТ – производство информации для её анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

### **Структура информационных технологий**

Структура ИТ представлена рядом уровней:

Первый уровень – *этапы*, где реализуются сравнительно длительные технологические процессы, состоящие из операций и действий последующих уровней.

Второй уровень – *операции*, в результате выполнения которых будет создан конкретный объект в выбранной на 1-м уровне программной среде.

Третий уровень – *действия* – совокупность стандартных для каждой программной среды приемов работы, приводящих к выполнению поставленной в соответствующей операции цели. Каждое действие изменяет содержание экрана.

Четвёртый уровень – *элементарные операции* по управлению мышью и клавиатурой.

### **Классификация информационных технологий**

Классификация ИТ представлена следующим:

*Информационная технология обработки данных.* ИТ обработки данных предназначена для решения задач, по которым имеются необходимые входные данные и известны алгоритмы и другие стандартные процедуры их обработки. Эта технология применяется на уровне исполнительской деятельности персонала невысокой квалификации в целях автоматизации некоторых рутинных постоянно повторяющихся операций управленческого труда.

Основными компонентами ИТ обработки данных являются сбор и обработка данных.

На этапе обработки данных, как правило, используются следующие такие операции как: классификация или группировка; сортировка, с помощью которой упорядочивается последовательность записей; вычисления, включающие арифметические и логические операции; хранение данных в специально созданных базах и создание отчётов (документов).

*Информационная технология управления.* Целью ИТ управления является удовлетворение информационных потребностей всех без исключения сотрудников фирмы, имеющих дело с принятием решений. ИТ управления направлена на создание различных отчётов. Регулярные отчёты создаются в соответствии с установленным графиком, определяющим время их создания, например, месячный анализ продаж компании.

#### *Информационная технология поддержки принятия решений.*

Главной особенностью ИТ поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют: система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления; человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных, системы управления базой моделей и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

База данных играет в ИТ поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчётов при помощи математических моделей.

Целью создания базы моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определённых алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Существует множество типов моделей и способов их классификации, например, по цели использования, области возможных приложений, способу оценки переменных и т.п.

По цели использования модели подразделяются на *оптимационные*, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых показателей (например, управляющие часто хотят знать, какие их действия ведут к максимизации прибыли или минимизации

затрат), и *отисательные*, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на *детерминистские*, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и *стохастические*, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками.

По области возможных приложений модели разбиваются на *специализированные*, предназначенные для использования только одной системой, и *универсальные* – для использования несколькими системами. Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью.

*Математические модели* состоят из совокупности модельных блоков, модулей и процедур, реализующих математические методы. Сюда могут входить процедуры линейного программирования, статистического анализа временных рядов, регрессионного анализа и тому подобное – от простейших процедур до сложных ППП. Модельные блоки, модули и процедуры могут использоваться как поодиночке, так и комплексно для построения и поддержания моделей.

Система управления базой моделей должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

*Информационная технология экспертных систем.* Наибольший прогресс среди компьютерных ИС отмечен в области разработки экспертных систем, основанных на использовании искусственного интеллекта. Экспертные системы дают возможность менеджеру или специалисту получать консультации экспертов по любым проблемам, о которых этими системами накоплены знания.

Под *искусственным интеллектом* обычно понимают способности компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека. Чаще всего здесь имеются в виду способности, связанные с человеческим мышлением. Являясь одним из основных приложений искусственного интеллекта, экспертные системы представляют собой программные комплексы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в

форму эвристических правил (эвристик). Эвристики не гарантируют получения оптимального результата с такой же уверенностью, как обычные алгоритмы, используемые для решения задач в рамках технологии поддержки принятия решений. Однако часто они дают в достаточной степени приемлемые решения для их практического использования. Всё это делает возможным использовать технологию экспертных систем в качестве советующих систем.

Основными компонентами ИТ, используемой в экспертной системе, являются: интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы.

*Интерфейс пользователя.* Специалист использует интерфейс для ввода информации и команд в экспертную систему и получения выходной информации из неё. Команды включают в себя параметры, направляющие процесс обработки знаний. Информация обычно выдаётся в форме значений, присваиваемых определённым переменным.

Можно использовать четыре метода ввода информации: меню, команды, естественный язык и собственный интерфейс.

Технология экспертных систем предусматривает возможность получать в качестве выходной информации не только решение, но и необходимые объяснения.

*База знаний* содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условия, которое может выполняться или нет, и действия, которое следует произвести, если условие выполняется.

Все используемые в экспертной системе правила образуют *систему правил*, которая даже для сравнительно простой системы может содержать несколько тысяч правил.

*Интерпретатор* – это часть экспертной системы, производящая в определённом порядке обработку знаний (мышление), находящихся в базе знаний. Технология работы интерпретатора сводится к последовательному рассмотрению совокупности правил (правило за правилом). Если условие, содержащееся в правиле, соблюдается, выполняется определённое действие, и пользователю предоставляется вариант решения его проблемы.

Кроме того, во многих экспертных системах вводятся дополнительные блоки: база данных, блок расчёта, блок ввода и корректировки данных. Блок расчёта необходим в ситуациях, связанных с принятием управленческих решений. При этом важную роль играет база данных, где содержатся плановые, физические, расчётные, отчётные и другие постоянные или оперативные показатели. Блок ввода и корректировки данных используется для оперативного и своевременного отражения текущих изменений в базе данных.

*Модуль создания системы* – он служит для создания набора правил.

Существуют два подхода, которые могут быть положены в основу модуля создания системы: использование алгоритмических языков программирования и использование оболочек экспертных систем.

Для представления базы знаний специально разработаны языки Лиспи Пролог, хотя можно использовать и любой известный алгоритмический язык.

*Оболочка экспертных систем* представляет собой готовую программную среду, которая может быть приспособлена к решению определённой проблемы путём создания соответствующей базы знаний. В большинстве случаев использование оболочек позволяет создавать экспертные системы быстрее и легче в сравнении с программированием.

### **Контрольные вопросы**

1. *Назовите процессы, реализуемые на каждом уровне ИТ.*
2. *Для чего предназначена ИТ обработка данных?*
3. *Что является целью ИТ управления?*
4. *Что входит в состав ИТ поддержки принятия решений?*
5. *Какие возможности предоставляют ИТ экспертных систем?*

## **Занятие 4**

### **Безопасность информационных систем и технологий**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными угрозами информационных систем и способами создания безопасности.

Безопасность ИС – свойство, заключающееся в способности системы обеспечить конфиденциальность и целостность информации,

т.е. защиту информации от несанкционированного доступа с целью её раскрытия, изменения или разрушения.

Все угрозы информационным системам можно объединить в обобщающие их три группы.

1. *Угроза раскрытия* – возможность того, что информация станет известной тому, кому не следовало бы её знать.

2. *Угроза целостности* – умышленное несанкционированное изменение (модификация или удаление) данных, хранящихся в вычислительной системе или передаваемых из одной системы в другую.

3. *Угроза отказа в обслуживании* – возможность появления блокировок доступа к некоторому ресурсу вычислительной системы.

Наибольшее внимание со стороны разработчиков и потребителей в настоящее время вызывают следующие *направления защиты информации* и соответствующие им программно-технические средства:

1. Защита от несанкционированного доступа информационных ресурсов автономно работающих и сетевых компьютеров. Наиболее остро эта проблема стоит для серверов и пользователей сетей Интернет и интранет. Эта функция реализуется многочисленными программными, программно-аппаратными и аппаратными средствами, например, использованием *брандмауэра*, или *межсетевого экрана*. *Брандмауэр* – это «полупроницаемая мембрана», которая располагается между защищаемым внутренним сегментом сети и внешней сетью или другими сегментами сети интранет и контролирует все информационные потоки во внутренний сегмент и из него. Контроль трафика состоит в его фильтрации, т.е. выборочном пропускании через экран, а иногда и с выполнением специальных преобразований и формированием извещений для отправителя, если его данным в пропуске было отказано.

2. Защита секретной, конфиденциальной и личной информации от чтения посторонними лицами и целенаправленного её искажения. Эта функция обеспечивается как средствами защиты от несанкционированного доступа, так и с помощью криптографических средств, традиционно выделяемых в отдельный класс. Защита информационных систем от многочисленных компьютерных вирусов, способных не только разрушить информацию, но иногда и повредить технические компоненты системы.

*Криптографическое закрытие информации.* Активно развиваются и внедряются криптографические компьютерные технологии, направленные на обеспечение конфиденциальности и работоспособности таких комплексных сетевых приложений, как электронная почта (*e-mail*), электронный банк (*e-banking*), электронная торговля (*e-commerce*), электронный бизнес (*e-business*).

*Криптографическое закрытие информации* выполняется путём преобразования информации по специальному алгоритму с использованием шифров (ключей) и процедур шифрования, в результате чего по внешнему виду данных невозможно, не зная ключа, определить их содержание.

*Электронная цифровая подпись.* Гражданский кодекс Российской Федерации определяет, что заключение любого юридического договора может быть осуществлено не только в письменной форме, путём составления печатного документа, подписанного сторонами, но и путём обмен документов посредством электронной связи, позволяющей достоверно установить, что документ исходит от стороны по договору. В этом случае целесообразно использовать одну из операций криптографии – *цифровую электронную подпись* (рис. 4).

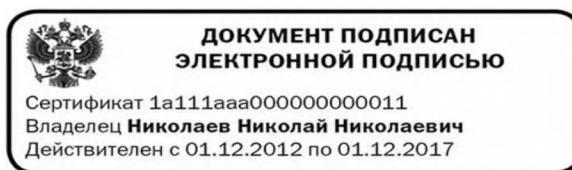


Рис. 4 – Электронная цифровая подпись

Электронная цифровая подпись – это последовательность символов, полученная в результате криптографического преобразования исходной информации с использованием закрытого ключа и позволяющая подтверждать целостность и неизменность этой информации, а также её авторство путём применения открытого ключа. При использовании электронной подписи файл пропускается через специальную программу (*hash function*), в результате чего получается набор символов (*hash code*), генерируются два ключа: открытый (*public*) ключ и закрытый (*private*) ключ. Набор символов шифруется с помощью закрытого ключа. Такое зашифрованное сообщение и является цифровой подписью.

## *Защита информации от компьютерных вирусов*

*Компьютерным вирусом* называется рукотворная программа, способная самостоятельно создавать свои копии и внедряться в другие программы, в системные области дисковой памяти компьютера, распространяться по каналам связи с целью прерывания и нарушения работы программ, порчи файлов, файловых систем и компонентов компьютера, нарушения нормальной работы пользователей.

Сейчас существуют сотни тысяч различных вирусов, и их можно классифицировать по нескольким признакам. По среде обитания вирусы можно разделить на следующие типы:

*Файловые вирусы* чаще всего внедряются в исполняемые файлы, имеющие расширения .exe и .com (самые распространённые вирусы), но могут внедряться и в файлы с компонентами операционных систем, драйверы внешних устройств, объектные файлы и библиотеки, в командные пакетные файлы (вирус подключает к такому файлу исполняемые программы, предварительно заразив их), программные файлы на языках процедурного программирования (заражают при трансляции исполняемые файлы). Файловые вирусы могут создавать файлы-двойники (компаньоны вирусы). В любом случае файловые вирусы при запуске программ, ими заражённых, берут на время управление на себя и дезорганизуют работу своих «квартирных хозяев».

*Загрузочные вирусы* внедряются в загрузочный сектор дискеты (*bootsector*) или в сектор, содержащий программу загрузки системного диска (*master boot record*). При загрузке операционной системы с зараженного диска такой вирус изменяет программу начальной загрузки либо модифицируют таблицу размещения файлов на диске, создавая трудности в работе компьютера или даже делая невозможным запуск операционной системы.

*Файлово-загрузочные вирусы* интегрируют возможности двух предыдущих групп и обладают наибольшей «эффективностью» заражения.

*Сетевые вирусы* используют для своего распространения команды и протоколы телекоммуникационных систем (электронной почты, компьютерных сетей).

*Документные вирусы* (их часто называют макровирусами) заражают и искажают текстовые файлы (.doc) и файлы электронных таб-

лиц некоторых популярных редакторов. Комбинированные сетевые макровирусы не только заражают создаваемые документы, но и рассылают копии этих документов по электронной почте (печально известный вирус «I love you» или менее навредивший вирус «Анна Курникова»).

По способу заражения среды обитания вирусы делятся на: резидентные и нерезидентные.

*Резидентные вирусы* после завершения инфицированной программы остаются в оперативной памяти и продолжают свои деструктивные действия, заражая следующие исполняемые программы и процедуры вплоть до момента выключения компьютера. *Нерезидентные вирусы* запускаются вместе с заражённой программой и после её завершения из оперативной памяти удаляются.

Вирусы бывают *неопасные* и *опасные*. *Неопасные вирусы* тяжёлых последствий после завершения своей работы не вызывают; они прерывают на время работу исполняемых программ, создавая побочные звуковые и видеоэффекты (иногда даже приятные), или затрудняют работу компьютера, уменьшая объём свободной оперативной и дисковой памяти.

*Опасные вирусы* могут производить действия, имеющие далеко идущие последствия: искажение и уничтожение данных и программ, стирание информации в системных областях диска и даже вывод из строя отдельных компонентов компьютера (жёсткие диски, Flash-чипсет BIOS, перепрограммируя его). По алгоритмам функционирования вирусы весьма разнообразны, но можно говорить о таких, например, их группах, как: паразитические вирусы, изменяющие содержимое файлов или секторов диска; они достаточно просто могут быть обнаружены и уничтожены; вирусы-репликаторы («черви» WORM), саморазмножающиеся и распространяющиеся по телекоммуникациям и записывающие по вычисленным адресам сетевых компьютеров транспортируемые ими опасные вирусы (сами «черви» деструктивных действий не выполняют, поэтому их часто называют псевдовирусами); «троянские» вирусы маскируются под полезные программы (существуют в виде самостоятельных программ, имеющих то же имя, что и действительно полезный файл, но иное расширение имени; часто, например, присваивают себе расширение .com вместо .exe) и выполняют деструктивные функции (например, очи-

щают FAT); самостоятельно размножаться, как правило, не могут; вирусы-невидимки (стелс-вирусы), по имени самолета-невидимки «stealth» способны прятаться при попытках их обнаружения; они перехватывают запрос антивирусной программы и мгновенно либо удаляют временно своё тело из заражённого файла, либо подставляют вместо своего тела незаражённые участки файлов; самошифрующиеся вирусы (в режиме простоя зашифрованы и расшифровываются только в момент начала работы вируса); мутирующиеся вирусы (периодически автоматически видоизменяются, копии вируса не имеют ни одной повторяющейся цепочки байт), необходимо каждый раз создавать новые антивирусные программы для обезвреживания этих вирусов; «отдыхающие» вирусы (основное время проводят в латентном состоянии и активизируются только при определённых условиях, например, вирус «Чернобыль» в сети Интернет функционирует только в день годовщины чернобыльской трагедии).

#### *Способы защиты от вирусов*

Для обнаружения и удаления компьютерных вирусов разработано много различных программ. Эти антивирусные программы можно разделить на: программы-детекторы; программы-ревизоры; программы-фильтры или сторожа; программы-доктора или дезинфекторы, фаги; программы-вакцины или иммунизаторы.

*Программы-детекторы* осуществляют поиск компьютерных вирусов в памяти машины и при обнаружении искомых сообщают об этом. Детекторы могут искать как уже известные вирусы (ищут характерную для конкретного, уже известного вируса последовательность байтов – сигнатуру вируса), так и произвольные вирусы (путём подсчёта контрольных сумм для массива файла).

*Программы-ревизоры* являются развитием детекторов, но выполняющие значительно более сложную и эффективную работу. Они запоминают исходное состояние программ, каталогов, системных областей и периодически или по указанию пользователя сравнивают его с текущим. При сравнении проверяется длина файлов, дата их создания и модификации, контрольные суммы и байты циклического контроля, и другие параметры.

*Программы-фильтры* выполняют наблюдение и выявление подозрительных, характерных для вирусов процедур в работе компьютера (коррекция исполняемых .exe и .com файлов, запись в загрузоч-

ные секторы дисков, изменение атрибутов файлов, прямая запись на диск по прямому адресу и т.д.). При обнаружении таких действий фильтры посыпают пользователю запрос о подтверждении правомерности таких процедур.

*Программы-доктора* – самые распространённые и популярные программы. Эти программы не только обнаруживают, но и лечат заражённые вирусами файлы и загрузочные секторы дисков. Они сначала ищут вирусы в оперативной памяти и уничтожают их там (удаляют тело резидентного файла), а затем лечат файлы и диски. Многие программы-доктора находят и удаляют большое число (десятки тысяч) вирусов и являются полифагами.

*Программы-вакцины* применяются для предотвращения заражения файлов и дисков известными вирусами. Вакцины модифицируют файл или диск таким образом, что он воспринимается программой-вирусом уже заражённым, и поэтому вирус не внедряется.

### **Контрольные вопросы**

1. На группы подразделяются угрозы ИС?
2. Как функционирует брандмауэр при защите информационных ресурсов от вирусов?
3. Что понимается под криптографическим закрытием информации?
4. Опишите механизм создания электронной цифровой подписи.
5. Опишите виды компьютерных вирусов.
6. Опишите способы защиты от компьютерных вирусов.

## **Занятие 5**

### **Технологии разработки программного обеспечения**

**Цель занятия:** ознакомиться с основами технологии разработки программного обеспечения.

Проектирование алгоритмов и программ можно классифицировать по различным признакам, важнейшими из которых являются степень автоматизации проектных работ и принятая методология процесса разработки.

По степени автоматизации проектирования алгоритмов и программ можно выделить методы традиционного (неавтоматизирован-

ного) проектирования и методы автоматизированного проектирования (CASE-технология и её элементы).

*Неавтоматизированное проектирование* алгоритмов и программ преимущественно используется при разработке небольших по трудоёмкости и структурной сложности программных продуктов, не требующих участия большого числа разработчиков.

*Автоматизированное проектирование* алгоритмов и программ возникло с необходимостью уменьшить затраты на проектные работы, сократить сроки их выполнения, создать типовые «заготовки» алгоритмов и программ, многократно тиражируемых для различных разработок, координации работ большого коллектива разработчиков, стандартизации алгоритмов и программ.

Автоматизированное проектирование алгоритмов и программ может основываться на различных подходах, среди которых наиболее распространены: структурное проектирование программных продуктов, информационное моделирование предметной области и связанных с ней приложений и объектно-ориентированное проектирование программных продуктов.

В основе *структурного проектирования* лежит последовательная декомпозиция, целенаправленное структурирование на отдельные составляющие. Методы структурного проектирования представляют собой комплекс технических и организационных принципов *системного проектирования*.

Типичными методами структурного проектирования являются: исходящее проектирование, кодирование и тестирование программ, модульное программирование, структурное проектирование (программирование) и др.

В зависимости от объекта структурирования различают функционально-ориентированные методы – последовательное разложение задачи или целостной проблемы на отдельные, достаточно простые составляющие, обладающие функциональной определённостью; методы структурирования данных.

Для функционально-ориентированных методов учитываются заданные функции обработки данных, в соответствии с которыми определяется состав и логика работы (алгоритмы) отдельных компонентов программного продукта.

Для методов структурирования данных осуществляется анализ, структурирование и создание моделей данных, применительно к которым устанавливается необходимый состав функций и процедур обработки.

В основе *информационного моделирования предметной области* лежит положение об определяющей роли данных при проектировании алгоритмов и программ. Первоначально строятся информационные модели различных уровней представления: информационно-логическая модель, не зависящая от средств программной реализации хранения и обработки данных, отражающая интегрированные структуры данных предметной области; даталогические модели, ориентированные на среду хранения и обработки данных.

*Объектно-ориентированный подход* к проектированию программных продуктов основан на выделении классов объектов, установлении характерных *свойств* объектов и *методов* их обработки, создании иерархии *классов*, наследовании свойств объектов и методов их обработки.

### **Структурное проектирование и программирование**

Метод *нисходящего проектирования* предполагает последовательное разложение общей функции обработки данных на простые функциональные элементы «сверху–вниз». В результате строится иерархическая схема, отражающая состав и взаимоподчинённость отдельных функций, которая носит название *функциональная структура алгоритма (ФСА)* приложения. Подобная структура приложения отражает наиболее важное – состав и взаимосвязь функций обработки информации для реализации приложений.

*Модульное программирование* основано на понятии *модуля* – логически взаимосвязанной совокупности функциональных элементов, оформленных в виде отдельных программных модулей.

Модули содержат определение доступных для обработки данных, операции обработки данных, схемы взаимосвязи с другими модулями.

Принципы модульного программирования программных продуктов во многом сходны с принципами нисходящего проектирования. Сначала определяются состав и подчинённость функций, а затем – набор программных модулей, реализующих эти функции.

*Структурное программирование* основано на модульной структуре программного продукта и типовых управляющих структурах алгоритмов обработки данных различных программных модулей.

### **Объектно-ориентированное проектирование**

Объектно-ориентированный подход использует следующие базовые понятия: объект; свойство объекта; метод обработки; событие; класс объектов.

*Объект* – совокупность свойств (параметров) определённых сущностей и методов их обработки (программных средств). Объект содержит *инструкции* (программный код), определяющие действия, которые может выполнять объект, и обрабатываемые *данные*.

*Свойство* – характеристика объекта, его параметр. Все объекты наделены определёнными свойствами, которые в совокупности выделяют объект из множества других объектов. Одним из свойств объекта является *метод его обработки*.

*Метод* – программа действий над объектом или его свойствами.

Метод рассматривается как программный код, связанный с определённым объектом; осуществляет преобразование свойств, изменяет поведение объекта.

*Событие* – изменение состояния объекта.

*Внешние события* генерируются пользователем (например, клавиатурный ввод или нажатие кнопки мыши, выбор пункта меню, запуск макроса); *внутренние события* генерируются системой.

Объекты могут объединяться в *классы* (группы или наборы – в различных программных системах возможна другая терминология).

*Класс* – совокупность объектов, характеризующихся общностью применяемых методов обработки или свойств.

Схематично связь основных понятий объектно-ориентированного программирования представлена на рисунке 5.

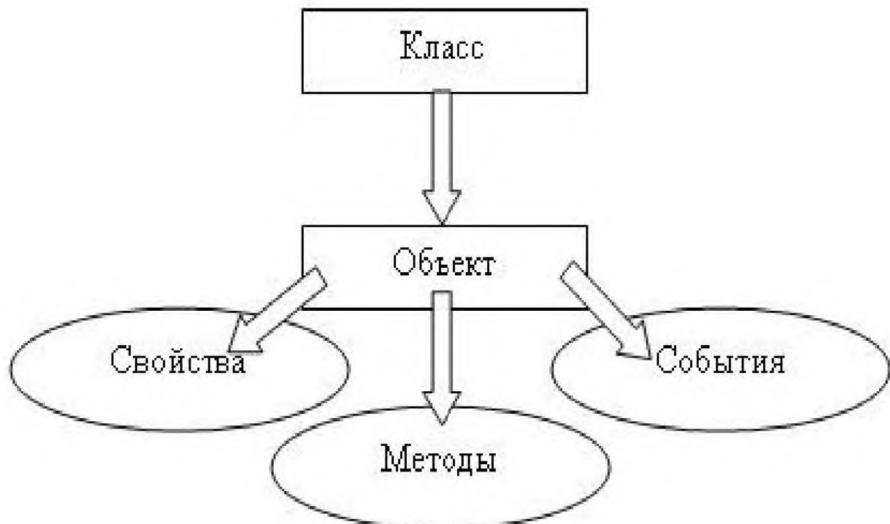


Рис. 5 – Связь основных понятий объектно-ориентированного программирования

В процессе объектно-ориентированного анализа осуществляется идентификация объектов и их свойств; устанавливается перечень операций (методов обработки), выполняемых над каждым объектом, в зависимости от его состояния (событий); определяются связи между объектами для образования классов и устанавливаются требования к интерфейсу с объектами.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите отличия неавтоматизированного проектирования от автоматизированного.
2. Опишите структурное проектирование программных продуктов.
3. Что представляет собой информационное моделирование предметной области?
4. Дайте характеристику объектно-ориентированного проектирования программных продуктов.
5. Охарактеризуйте процессы объектно-ориентированного анализа.

## Занятие 6

### Этапы создания программных продуктов

**Цель занятия:** освоить этапы создания программных продуктов.

При традиционной неавтоматизированной разработке программ независимо от принятого метода проектирования и используемого инструментария выполняют следующие работы:

#### *1. Составление технического задания на программирование.*

При составлении технического задания требуется определить платформу разрабатываемой программы; оценить необходимость сетевого варианта работы программы; определить необходимость разработки программы, которую можно переносить на различные платформы; обосновать целесообразность работы с базами данных под управлением СУБД. На этом же этапе выбирают методы решения задачи; разрабатывают обобщённый алгоритм решения комплекса задач, функциональную структуру алгоритма или состав объектов, определяют требования к комплексу технических средств системы обработки информации, интерфейсу конечного пользователя.

#### *2. Технический проект.*

На данном этапе выполняется комплекс наиболее важных работ: разрабатывается детальный алгоритм обработки данных или уточняется состав объектов и их свойств, методов обработки, событий, запускающих методы обработки; определяется состав общесистемного программного обеспечения, включающий базовые средства (операционную систему, модель СУБД, электронные таблицы, методо-ориентированные и функциональные ППП промышленного назначения и т.п.); разрабатывается внутренняя структура программного продукта, образованная отдельными программными модулями; осуществляется выбор инструментальных средств разработки программных модулей.

#### *3. Рабочая документация (рабочий проект).*

На данном этапе осуществляется *адаптация базовых средств* программного обеспечения, выполняется разработка программных модулей или методов обработки объектов – собственно *программирование* или создание программного кода. Проводятся автономная и комплексная *отладка* программного продукта, *испытание* работоспособности программных модулей и базовых программных средств.

Основной результат работ этого этапа – создание эксплуатационной документации на программный продукт.

*4. Ввод в действие.*

Готовый программный продукт сначала проходит *опытную эксплуатацию* (пробный рынок продаж), а затем сдаётся в *промышленную эксплуатацию* (тиражирование и распространение программного продукта).

### **Контрольные вопросы**

- 1. Охарактеризуйте процессы, выполняемые при составлении технического задания на программирование.*
- 2. Перечислите и охарактеризуйте работы, выполняемые на этапе составления технического проекта.*
- 3. Какие действия осуществляются на этапе составления рабочего проекта?*
- 4. Назовите конечную цель этапа составления рабочего проекта?*
- 5. Перечислите пути ввода в действие готового программного продукта.*

## **Занятие 7**

### **Авторские информационные технологии**

**Цель занятия:** научиться пользоваться гипертекстовыми и мультимедиа- продуктами.

К авторским информационные технологии относятся: гипертекст и мультимедиа.

#### **Гипертекст**

*Гипертекстовая технология* заключается в том, что текст представляется как многомерный, т.е. с иерархической структурой типа сети. Материал текста делится на фрагменты. Каждый видимый на экране ЭВМ фрагмент, дополненный многочисленными связями с другими фрагментами, позволяет уточнить информацию об изучаемом объекте и двигаться в одном или нескольких направлениях по выбранной связи.

Гипертекст обладает нелинейной сетевой формой организации материала, разделённого на фрагменты, для каждого из которых указан переход к другим фрагментам по определённым типам связей. При установлении связей можно опираться на разные основания

(ключи), но в любом случае речь идёт о смысловой, семантической близости связываемых фрагментов. Следуя указанным связям, можно читать или осваивать материал в любом порядке (рис. 6).

- **Гипертекст** — термин, введённый [Тедом Нельсоном](#) в [1965 году](#) для обозначения «текста ветвящегося или выполняющего действия по запросу». Обычно гипертекст представляется набором текстов содержащих узлы перехода между ними, которые позволяют избирательно читаемые сведения или последовательность чтения. Общеизвестным и ярко выраженным примером гипертекста служат [веб-страницы](#) — документы [HTML](#) ([язык разметки](#) гипертекста), размещённые в [Сети](#). В более широком понимании термина, гипертекстом является любая повесть, словарь или энциклопедия, где встречаются отсылки к другим частям данного текста, имеющие отношения к данному термину. В [компьютерной](#) терминологии, гипертекст — текст, сформированный помошью языка разметки, потенциально содержащий себе [гиперссылки](#).

Рис. 6 – Пример гипертекста

Текст теряет свою замкнутость, становится принципиально открытым, в него можно вставлять новые фрагменты, указывая для них связи с имеющимися фрагментами. Структура текста не разрушается, и вообще у гипертекста нет априорно заданной структуры. Таким образом, гипертекст — это новая технология представления неструктурированного свободно наращиваемого знания.

Тезаурус гипертекста — это автоматизированный словарь, отображающий семантические отношения между лексическими единицами дескрипторного информационно-поискового языка и предназначенный для поиска слов по их смысловому содержанию. Тезаурус гипертекста состоит из тезаурусных статей (рис. 7).

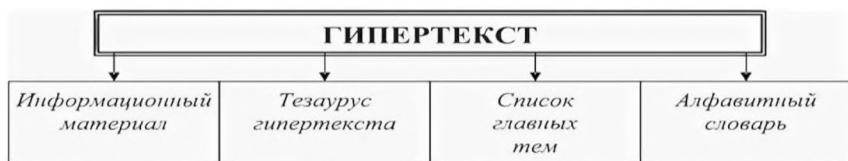


Рис. 7 – Тезаурус гипертекста

Тезаурусная статья имеет заголовок и список заголовков родственных тезаурусных статей, где указаны тип родства и заголовки тезаурусных статей. Тезаурус гипертекста можно представить в виде сети: в узлах находятся текстовые описания объекта (информационные статьи), рёбра сети указывают на существование связи между объектами (статьями) и на тип родства. В гипертексте поисковый аппарат не делится на тезаурус и массив поисковых образов-документов, как в обычных информационно-поисковых системах. В гипертексте весь поисковый аппарат реализуется как тезаурус гипертекста.

*Список главных тем* содержит заголовки всех справочных статей, для которых нет ссылок с отношениями род-вид, часть-целое.

*Алфавитный словарь* содержит перечень наименований всех информационных статей в алфавитном порядке.

### Мультимедиа

*Мультимедиа* – это интерактивная технология, обеспечивающая работу с неподвижными изображениями, видеоизображением, анимацией, текстом и звуковым рядом. Одним из первых инструментальных средств создания технологий мультимедиа явилась гипертекстовая технология, которая обеспечивает работу с текстовой информацией, изображением, звуком, речью. В данном случае гипертекстовая технология выступала в качестве авторского программного инструмента (рис. 8).



Рис. 8 – Понятие мультимедиа

Самое широкое применение технология мультимедиа получила в сфере образования. Созданы видеоэнциклопедии по многим школьным предметам, музеям, городам, маршрутам путешествий. Их число продолжает расти. Созданы игровые ситуационные тренажёры, что сокращает время обучения.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается гипертекстовая технология?
2. Из каких элементов состоит тезаурус?
3. Дайте определение мультимедиа.
4. В каких областях наиболее широко используется технология мультимедиа?

## **Занятие 8**

### **Интегрированные информационные технологии**

**Цель занятия:** научиться пользоваться интегрированными информационными технологиями.

*Интегрированные технологии* представляют собой взаимосвязанную совокупность отдельных технологий, т.е. объединение частей какой-либо системы с развитым информационным взаимодействием между ними. К ним относятся: информационные хранилища, системы электронного документооборота, геоинформационные системы и видеоконференции.

#### **Информационные хранилища**

*Информационное хранилище (data warehouse)* – это автоматизированная система, которая собирает данные из существующих баз и внешних источников, формирует, хранит и эксплуатирует информацию как единую. Оно обеспечивает инструментарий для преобразования больших объёмов детализированных данных в форму, которая удобна для стратегического планирования и реорганизации бизнеса и необходима специалисту, ответственному за принятие решений. При этом происходит «слияние» из разных источников различных сведений в требуемую предметно-ориентированную форму с использованием различных методов анализа.

Для данных информационного хранилища характерны: предметная ориентация; данные организованы в соответствии со способом их

применения; интегрированность; данные согласуются с определённой системой наименований, хотя могут принадлежать различным источникам и их формы представления могут не совпадать; упорядоченность во времени; данные согласуются во времени для использования в сравнениях, трендах и прогнозах; неизменяемость и целостность; данные не обновляются и не изменяются, а только перезагружаются и считаются, поддерживая концепцию «одного правдивого источника».

*Метабаза* содержит метаданные, которые описывают, как устроены данные, частоту изменения, откуда приходят существенные части данных (разрешаются ссылки на распределённые базы данных на разных платформах), как они могут быть использованы, кто может пользоваться данными.

В информационных хранилищах используются статистические технологии, генерирующие «информацию об информации»; процедуры суммирования; методы обработки электронных документов, аудио-, видеинформации, графов и географических карт.

Для хранения данных обычно используются выделенные серверы, или кластеры серверов (группа накопителей, видеоустройств с общим контроллером). Для доступа к серверам и их взаимосвязи требуются технологии, удовлетворяющие следующим условиям: малая задержка, высокая пропускная способность, надёжность, возможность работы на больших расстояниях.

### **Системы электронного документооборота**

Внедрение *системы электронного документооборота* избавляет пользователя от переживаний, связанных с потерей документов, предохраняет от случайного стирания электронной копии, обеспечивает быстрый поиск требуемого документа, документирует процесс создания и редактирования документов, что позволяет обрабатывать их в гораздо больших количествах, принимать решения на основе более полной подборки материалов и в значительно меньшие сроки.

Переход к электронным документам радикально повышает производительность труда информационных работников, а использование их вкупе с сетевыми технологиями позволяет одновременно многим пользователям из рабочей группы применять эти документы, что при бумажной технологии проблематично и дорого (копирование, сохранение и т.п.). Это же позволяет сотрудникам, взаимодействующим

щим внутри подразделений предприятия, избежать дублирования функций и задач, что существенно снижает затраты. Сокращаются площади под архивы и затраты на их содержание, восстановление архива в случае его порчи.

Важным фактором внедрения электронного документооборота является сохранность конфиденциальности документов, доступ к которым конкурентов и других заинтересованных лиц может привести к более или менее крупным финансовым потерям, вплоть до полного банкротства.

### **Геоинформационные системы**

Сетевые и авторские технологии позволяют создавать *геоинформационные системы* (ГИС) для доступа к мировым хранилищам информации любых типов. Для работы ГИС требуются мощные аппаратные средства: запоминающие устройства большой ёмкости, подсистемы отображения, оборудование высокоскоростных сетей.

В основе любой ГИС лежит информация о каком-либо участке земной поверхности: стране, континенте или городе. База данных организуется в виде набора слоёв информации. Основной слой содержит географически привязанную карту местности (токооснова). На него накладываются другие слои, несущие информацию об объектах, находящихся на данной территории: коммуникации, промышленные объекты, земельные участки, почвы, коммунальное хозяйство, землепользование и др. В процессе создания и наложения слоёв друг на друга между ними устанавливаются необходимые связи, что позволяет выполнять пространственные операции с объектами посредством моделирования и интеллектуальной обработки данных. Как правило, информация представляется графически в векторном виде, что позволяет уменьшить объём хранимой информации и упростить операции по визуализации. С графической информацией связана текстовая, табличная, расчётная информация, координационная привязка к карте местности, видеоизображения, аудиокомментарии, база данных с описанием объектов и их характеристик. ГИС позволяет извлечь любые типы данных, визуализировать их.

### **Видеоконференция**

*Видеоконференция* – это способность двух или более людей общаться между собой и совместно работать посредством компьютеров, удалённых друг от друга большими расстояниями. Видеоконферен-

ция ускоряет деловой процесс в бизнесе, повышает эффективность использования времени и ресурсов, расширяет и повышает качество обслуживания участников, так как разрозненные данные, хранимые в локальных базах, могут обрабатываться совместно участниками конференции. Для проведения видеоконференции необходимо укомплектовать компьютер миниатюрной видеокамерой, аудио-видео-платами, пакетом программ для проведения видеоконференций, современным оборудованием цифровых телекоммуникационных сетей.

Технология организации и проведения видеоконференций содержит следующие этапы. Абонент дозванивается к провайдеру многосточечного обслуживания (оператору телекоммуникационных сетей) и определяет дату, время, продолжительность сеанса и список участников. Каждому участнику выдаётся код пользователя и пароль. В назначенное время участники встречаются звонят провайдеру. Их проверяют на право участия в конференции и подсоединяют к сети участников, после чего они слышат всех, видят и коллективно пользуются данными. Происходит сеанс связи. При коммутируемом вызове с голосовым управлением абонент видит себя в «локальном» окне, а в «удалённом» – говорящего. Как только последний перестаёт говорить, «удалённое» окно переключается на нового оратора. Если одновременно начинают говорить несколько человек, «удалённое» окно переключается на того, кто говорит громче.

Технология видеоконференций породила новый вид передачи информации – *видеопочту*. Этот вид связи является расширением электронной почты (текстовой) и напоминает работу автоответчика. Человека, делающего вызов по видеоконференции, «приветствует» изображение вызываемого, после чего он просит оставить текст или голосовое письмо. Получает распространение технология записи процесса видеоконференции, чтобы пользователи могли повторно просматривать отдельные её куски.

### **Контрольные вопросы**

1. *Что понимается под информационными хранилищами?*
2. *Назовите факторы внедрения электронного документооборота.*
3. *Что представляют собой геоинформационные системы?*
4. *Каким образом осуществляется видеоконференция?*
5. *Охарактеризуйте вид передачи информации – видеопочту.*

## Занятие 9

### Информационные технологии дистанционного обучения

**Цель занятия:** ознакомиться с видами информационных технологий при дистанционном обучении.

Учебный процесс, осуществляемый на основе технологий дистанционного обучения, включает в себя как обязательные аудиторные занятия, так и самостоятельную работу студентов.

Применяемые при дистанционном обучении информационные технологии можно разделить на три группы:

- 1) технологии представления образовательной информации;
- 2) технологии передачи образовательной информации;
- 3) технологии хранения и обработки образовательной информации.

В совокупности они и образуют технологии дистанционного обучения. При этом при реализации образовательных программ особое значение приобретают технологии передачи образовательной информации, которые, по существу, и обеспечивают процесс обучения и его поддержку.

В основе процесса обучения всегда лежит передача информации от преподавателя к студенту. В этом смысле любую технологию, применяемую в образовании, можно называть информационной. С другой стороны, нередко термин «информационные технологии» применяют по отношению ко всем технологиям, основанным на использовании компьютерной техники и средств телекоммуникации. Во избежание неправильной интерпретации, определим три понятия, имеющие первостепенное значение для дистанционного образования. Это: образовательная информация; образовательные технологии; информационные технологии.

*Образовательная информация* – это знания, которые необходимо передать обучаемому для того, чтобы он мог квалифицированно выполнять ту или иную деятельность.

В дисциплинарной модели обучения, присущей очной системе образования, интерпретатором знаний выступает преподаватель. При дистанционном обучении интерпретатором в большей мере является сам студент и поэтому к качеству образовательной информации и способам её представления должны предъявляться повышенные тре-

бования. Прежде всего, это относится к вновь создаваемым электронным учебникам, а также к информационным базам и банкам знаний, справочным и экспертным системам, используемым для целей образования. Представляемая в них информация, в отличие от полиграфической, должна иметь совершенно иную организацию и структуру. Это обусловлено как психофизиологическими особенностями восприятия информации на экране компьютера, так и технологией доступа к ней.

*Образовательные технологии* – это комплекс дидактических методов и приёмов, используемых для передачи образовательной информации от её источника к потребителю и зависящих от формы её представления. Особенностью образовательных технологий является опережающий характер их развития по отношению к техническим средствам. Главным моментом в образовательных технологиях дистанционного обучения становится визуализация мысли, информации, знаний.

К образовательным технологиям, наиболее приспособленным для использования в дистанционном обучении, относятся: видеолекции; мультимедиа-лекции и лабораторные практикумы; электронные мультимедийные учебники; компьютерные обучающие и тестирующие системы; имитационные модели и компьютерные тренажёры; консультации и тесты с использованием телекоммуникационных средств; видеоконференции.

*Информационные технологии* – это аппаратно-программные средства, базирующиеся на использовании вычислительной техники, которые обес печивают хранение и обработку образовательной информации, доставку её обучаемому, интерактивное взаимодействие студента с преподавателем или педагогическим программным средством, а также тестирование знаний студента. Выбор средств коммуникации должен определяться содержанием, а не технологией. Это означает, что в основе выбора технологий должно лежать исследование содержания учебных курсов, степени необходимой активности обучаемых, их вовлечённости в учебный процесс, конкретных целей и ожидаемых результатов обучения и т.п.

Основная роль, выполняемая телекоммуникационными технологиями в дистанционном обучении – обеспечение учебного диалога. В дистанционном обучении учебный диалог необходимо организовать с

помощью телекоммуникационных технологий в *on-line* или *off-line* режимах.

Основное преимущество *off-line* технологий состоит в том, что они менее требовательны к ресурсам компьютера и пропускной способности линий связи. Они могут использоваться даже при подключении к *Internet* по коммутируемым линиям (при отсутствии постоянного подключения к *Internet*).

К технологиям этого рода относятся электронная почта, списки рассылки и телеконференция. Через сервер может быть организована рассылка учебной информации, с помощью электронной почты устанавливается личное общение между преподавателем и студентом, а телеконференция позволяет организовать коллективное обсуждение наиболее сложных или вызвавших затруднения вопросов курса. Все эти технологии позволяют обмениваться сообщениями между различными компьютерами, подключенными к *Internet*.

Из *on-line* технологий, прежде всего, нужно отметить *chat*, позволяющий осуществлять обмен текстовыми сообщениями через *Internet* в реальном времени. В простейшем случае «разговор» происходит между двумя пользователями. Для работы с *chat* существует большое количество программ. Эффективность технологий *on-line* особенно высока при организации сетевых семинарских занятий и групповых консультаций.

### **Контрольные вопросы**

1. На какие группы подразделяются применяемые при дистанционном обучении информационные технологии?
2. Что понимается под образовательной информацией при дистанционном обучении?
3. Что включают в себя образовательные технологии при дистанционном обучении?
4. Каковы преимущества телекоммуникационных технологий в *on-line* режиме?
5. Каковы преимущества телекоммуникационных технологий в *off-line* режиме?

## Занятие 10

### Направления развития искусственного интеллекта

**Цель занятия:** ознакомиться с основными направлениями искусственного интеллекта.

*Искусственный интеллект* – это одно из направлений информатики, цель которого разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои задачи, традиционно считающиеся интеллектуальными, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка, развивается по следующим направлениям:

1. *Представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях.* Это основное направление искусственного интеллекта. Оно связано с разработкой моделей представления знаний, созданием баз знаний, образующих ядро экспертных систем (ЭС). В последнее время включает в себя модели и методы извлечения и структурирования знаний и сливается с инженерией знаний.

2. *Игры и творчество.* Традиционно искусственный интеллект включает в себя игровые интеллектуальные задачи – шахматы, шашки. В основе лежит один из ранних подходов – лабиринтная модель плюс эвристики. Сейчас это скорее коммерческое направление, так как в научном плане эти идеи считаются тупиковыми.

3. *Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод.* В 1950-х гг. одной из популярных тем исследований искусственного интеллекта являлась область машинного перевода. Первая программа в этой области – переводчик с английского языка на русский.

4. *Распознавание образов.* Традиционное направление искусственного интеллекта, берущее начало у самых его истоков. Каждому объекту ставится в соответствие матрица признаков, по которой проходит его распознавание. Это направление близко к машинному обучению, тесно связано с нейрокибернетикой.

5. *Новые архитектуры компьютеров.* Это направление занимается разработкой новых аппаратных решений и архитектур, направленных на обработку символьных и логических данных. Создаются Прологи Лисп-машины, компьютеры V и VI поколений. Последние

разработки посвящены компьютерам баз данных и параллельным компьютерам.

6. *Интеллектуальные роботы.* Интеллектуальные роботы – это роботы, которые могут распознавать объекты и их состояние и на основе такого распознавания автоматически определять действия, которые им следует выполнить.

7. *Специальное программное обеспечение.* В рамках этого направления разрабатываются специальные языки для решения задач невычислительного плана. Помимо этого, создаются пакеты прикладных программ, ориентированные на промышленную разработку интеллектуальных систем, или программные инструментарии искусственного интеллекта.

8. *Обучение и самообучение.* Активно развивающаяся область искусственного интеллекта. Включает модели, методы и алгоритмы, ориентированные на автоматическое накопление знаний на основе анализа и обобщения данных.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какова цель создания искусственного интеллекта?*
2. *На чем основано направление представление знаний и разработка систем, основанных на знаниях?*
3. *Что лежит в основе игровых интеллектуальных задач?*
4. *Какова роль разработки естественно-языковых интерфейсов и машинного перевода в деятельности человека?*
5. *Что представляет собой направление искусственного интеллекта «Распознавание образов»?*
6. *Что представляют собой интеллектуальные роботы?*
7. *Какие интеллектуальные продукты создаются в рамках Специальное программное обеспечение?*
8. *На что нацелены области обучения и самообучения?*

## **Занятие 11**

### **Стратегия получения знаний**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными понятиями, используемыми при изучении интеллектуальных систем.

При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос – что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, обрабатываемых ЭВМ.

*Данные* – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления в предметной области, а также их свойства.

Знания связаны с данными, основываются на них, но представляют результат мыслительной деятельности человека, обобщают его опыт, полученный в ходе выполнения какой-либо практической деятельности. Они получаются эмпирическим путём. Таким образом, знания – это выявленные закономерности предметной области (принципы, связи, законы), позволяющие решать задачи в этой области. Часто используются такие определения знаний: знания – это хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные.

Для хранения знаний используются базы знаний (небольшого объёма, но исключительно дорогие информационные массивы). *База знаний* – основа любой интеллектуальной системы.

Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, т.е. знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному и понятному неспециалистам.

*Продукционная модель*, или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа: «*Если (условие), то (действие)*».

Под *условием* понимается некоторое предложение-образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под *действием* – действия, выполняемые при успешном исходе поиска (они могут быть промежуточными, выступающими далее как условия, и терминальными или целевыми, завершающими работу системы).

При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил. Программа, управляющая перебором правил, называется машиной вывода. Чаще всего вывод бывает *прямой* (от данных к поиску цели) или *обратный* (от цели для её подтверждения – к данным). Данные – это исходные факты, на основании которых запускается машина вывода – программа, перебирающая правила из базы.

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей на-

глядностью, высокой модульностью, лёгкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода.

Имеется большое число программных средств, реализующих промышленный подход (язык OPS 5; «оболочки» или «пустые» ЭС EXSYS, ЭКСПЕРТ; инструментальные системы ПИЭС и СПЭИС и др.), а также промышленных ЭС на его основе (ФИАКР) и др.

*Семантическая сеть* – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, а дуги – отношения между ними. Термин *семантическая* означает смысловая, а сама семантика – это наука, устанавливающая отношения между символами и объектами, которые они обозначают, т.е. наука, определяющая смысл знаков. *Понятиями* обычно выступают абстрактные или конкретные объекты, а *отношения* – это связи типа: «это» («*is*»), «имеет частью» («*has part*»), «принадлежит», «любит». Характерной особенностью семантических сетей является обязательное наличие трёх типов отношений:

- 1) класс – элемент класса;
- 2) свойство – значение;
- 3) пример элемента класса.

Можно ввести несколько классификаций семантических сетей. Например, по количеству типов отношений: однородные (с единственным типом отношений); неоднородные (с различными типами отношений).

По типам отношений: бинарные (в которых отношения связывают два объекта); *n*-ные (в которых есть специальные отношения, связывающие более двух понятий).

Наиболее часто в семантических сетях используются следующие отношения: связи типа «часть-целое» («класс-подкласс», «элемент-множество» и т.п.); функциональные связи (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет»...); количественные (больше, меньше, равно...); пространственные (далеко от, близко от, за, под, над...); временные (раньше, позже, в течение...); атрибутивные связи (иметь свойство, иметь значение...); логические связи (и, или, не) и др.

Проблема поиска решения в базе знаний типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети, соответствующей поставленному вопросу.

Основное преимущество этой модели – соответствие современным представлениям об организации долговременной памяти человека. Недостаток модели – сложность поиска вывода на семантической сети.

Для реализации семантических сетей существуют специальные сетевые языки, например NET и др. Широко известны экспертные системы, использующие семантические сети в качестве языка представления знаний – PROSPECTOR, CASNET, TORUS.

*Фреймы* (англ. *frame* – каркас или рамка) предложены М. Минским в 1970-е гг. как структура знаний для восприятия пространственных сцен. Эта модель, как и семантическая сеть, имеет глубокое психологическое обоснование. Под фреймом понимается абстрактный образ или ситуация. В психологии и философии известно понятие абстрактного образа. Например, слово «комната» вызывает у слушающих образ комнаты: «жилое помещение с четырьмя стенами, полом, потолком, окнами и дверью, площадью 6-20 м<sup>2</sup>».

Из этого описания ничего нельзя убрать (например, убрав окна, мы получим уже чулан, а не комнату), но в нём есть «дырки», или «слоты», – это незаполненные значения некоторых атрибутов – количество окон, цвет стен, высота потолка, покрытие пола и др.

В теории фреймов такой образ называется фреймом. Фреймом называется также и формализованная модель для отображения образа. Специальные языки представления знаний в сетях фреймов FRL (Frame Representation Language) и другие позволяют эффективно строить промышленные ЭС. Широко известны такие фреймомориентированные экспертные системы, как ANALYST, МОДИС.

*Формальные логические модели* являются традиционным способом представления знаний и основаны на классическом исчислении предикатов I порядка, когда предметная область или задача описывается в виде набора аксиом. Однако исчисление предикатов I порядка в промышленных экспертных системах практически не используется. Поэтому эта логическая модель применима в основном в исследовательских «игрушечных» системах, так как предъявляет очень высокие требования и ограничения к предметной области.

Под *приобретением знаний* понимается способ автоматизированного построения базы знаний посредством диалога эксперта и специальной программы (при этом структура знаний заранее

закладывается в программу). Эта стратегия требует существенной предварительной проработки предметной области. Системы приобретения знаний действительно приобретают готовые фрагменты знаний в соответствии со структурами, заложенными разработчиками систем. Большинство этих инструментальных средств специально ориентировано на конкретные экспертные системы с жестко обозначенной предметной областью и моделью представления знаний, т.е. не являются универсальными.

Термин *извлечение знаний* касается непосредственного живого контакта инженера по знаниям и источника знаний. Извлечение знаний – это процедура взаимодействия эксперта с источником знаний, в результате которой становятся явными процесс рассуждений специалистов при принятии решения и структура их представлений о предметной области.

Термин *формирование знаний* традиционно закрепился за чрезвычайно перспективной и активно развивающейся областью инженерии знаний, которая занимается разработкой моделей, методов и алгоритмов анализа данных для получения знаний и обучения. Эта область включает индуктивные модели формирования гипотез на основе обучающих выборок, обучение по аналогии и другие методы.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем знания отличаются от обычных данных, обрабатываемых ЭВМ?
2. Что представляет собой база знаний?
3. Как продукционная модель позволяет представить знания?
4. Что понимают под условием и действием?
5. Что понимают под семантической сетью?
6. Что понимают под фреймом?
7. На чем основаны формальные логические модели?
8. Что означает термин «извлечение знаний»?
9. Что означает термин «формирование знаний»?

## **Занятие 12**

### **Виды информационно-вычислительных сетей**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными видами информационно-вычислительных сетей.

Основное назначение информационно-вычислительных сетей (ИВС) – обеспечение эффективного предоставления различных информационно-вычислительных услуг пользователям сети путём организации удобного и надёжного доступа к ресурсам, распределённым в этой сети.

Информационно-вычислительные сети (ИВС), в зависимости от территории, ими охватываемой, подразделяются на: локальные (ЛВС или LAN – *Local Area Network*); региональные (РВС или MAN – *Metropolitan Area Network*); глобальные (ГВС или WAN – *Wide Area Network*).

ЛВС объединяет абонентов, расположенных в пределах небольшой территории (до 10-15 км). К классу ЛВС относятся сети отдельных предприятий, фирм, банков, офисов, корпораций и т.д. Если такие ЛВС имеют абонентов, расположенных в разных помещениях, то они (сети) часто используют инфраструктуру глобальной сети Интернет и их принято называть *корпоративными сетями* или сетями *интранет* (*intranet*).

Региональные сети связывают абонентов города, района, области или даже небольшой страны. Обычно расстояния между абонентами региональной ИВС составляют десятки – сотни километров.

Глобальные сети объединяют абонентов, удалённых друг от друга на значительное расстояние, часто расположенных в различных странах или на разных континентах. Взаимодействие между абонентами такой сети может осуществляться на базе телефонных линий связи, систем радиосвязи и даже спутниковой связи.

Объединение глобальных, региональных и локальных вычислительных сетей позволяет создавать многосетевые иерархии.

По принципу организации передачи данных сети можно разделить на две группы: последовательные; широковещательные.

В *последовательных сетях* передача данных выполняется последовательно от одного узла к другому и каждый узел ретранслирует принятые данные дальше. Практически все глобальные, региональные и многие локальные сети относятся к этому типу.

В *широковещательных сетях* в каждый момент времени передачу может вести только один узел, остальные узлы могут только принимать информацию. К такому типу сетей относится значительная

часть ЛВС, использующая один общий канал связи (моноканал) или одно общее пассивное коммутирующее устройство.

В зависимости от используемой коммуникационной среды сети делятся на сети с моноканалом; иерархические, полносвязные сети и сети со смешанной топологией.

В *сетях с моноканалом* данные могут следовать только по одному и тому же пути; в них доступ абонентов к информации осуществляется на основе селекции (выбора) передаваемых кадров или пакетов данных по адресной части последних. Все пакеты доступны всем пользователям сети, но «вскрыть» пакет может только тот абонент, чей адрес в пакете указан. Такие сети иногда называют *сетями с селекцией информации*.

*Иерархические, полносвязные и сети со смешанной топологией* в процессе передачи данных требуют маршрутизации последней, т.е. выбрав каждом узле пути дальнейшего движения информации. Правда, альтернативная неоднозначная маршрутизация выполняется только в сетях, имеющих замкнутые контуры каналов связи (ячеистую структуру). Такие сети называются *сетями с маршрутизацией информации*.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково основное назначение информационно-вычислительных сетей?
2. Как подразделяются информационно-вычислительные сети в зависимости от охватываемой ими территории?
3. Как выполняется передача данных в последовательных сетях?
4. Как выполняется передача данных в широковещательных сетях?
5. Какие сети называют сетями с маршрутизацией информации?

## **Занятие 13**

### **Глобальная информационная сеть Интернет**

**Цель занятия:** ознакомиться с направлениями развития сети Интернет.

Направление развития Интернета определяет «Общество Интернет» (ISOC – *Internet Society*). ISOC – это организация, действующая на общественных началах, целью которой является содействие глобальному информационному обмену через Интернет. Она назначает

совет старейшин, который отвечает за техническое руководство и ориентацию Интернета.

Основу сети Интернет составляют два главных протокола:

1) *Internet Protocol (IP)* – межсетевой протокол, выполняет функции сетевого уровня модели OSI;

2) *Transmission Control Protocol (TCP)* – протокол управления передачей, выполняет функции транспортного уровня модели OSI.

На основе этих протоколов разработаны многие сетевые прикладные сервисные протоколы, среди которых следует отметить: *File Transfer Protocol (FTP)* – протокол передачи файлов; *Telnet* – протокол удаленного доступа, т.е. дистанционного исполнения команд на удалённом компьютере; *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* – простой протокол пересылки электронной почты; *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)* – протокол передачи гипертекста (используется при передаче сообщений в World Wide Web); *Network News Transfer Protocol (NNTP)* – протокол передачи новостей (телефонференций). Эти протоколы формируют в сети соответствующие им прикладные процессы, а задача протокола TCP – обеспечить передачу данных между этими процессами. Одновременно в сети может выполняться несколько процессов, и, чтобы протокол TCP мог их опознать, они идентифицируются номерами, носящими название *номеров порта*. За некоторыми процессами номера порта жестко закреплены.

К адресам хост-компьютеров в сети предъявляются специальные требования. Адрес должен иметь формат, с одной стороны, позволяющий просто выполнять его синтаксическую автоматическую обработку, с другой стороны, он должен иметь семантическую окраску, т.е. нести некоторую информацию об адресуемом объекте. Поэтому адреса хост-компьютеров в сети Интернет могут иметь двойную кодировку: обязательную кодировку, удобную для работы системы телекоммуникации в сети: дружественный компьютеру цифровой *IP-адрес* (IP-Internet Protocol); необязательную кодировку, удобную для абонента сети: дружественный пользователю доменный *DNS-адрес* (DNS – Domain Name System).

Цифровой IP-адрес версии V.4 представляет собой 32-разрядное двоичное число. Для удобства он разделяется на четыре блока по 8 бит, которые можно записать в десятичном виде. Адрес содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера.

Возможный вариант: два старших блока определяют адрес сети, а два других – адреса подсети и хост-компьютера внутри этой подсети.

Ввиду огромного количества подключенных к сети компьютеров и различных организаций ощущается ограниченность 32-разрядных IP-адресов, поэтому ведётся разработка модернизированного протокола IP-адресации. Основой этого протокола являются 128-битные адреса, обеспечивающие более 1000 адресов на каждого жителя земли. Внедрение этой адресации (IP-адресация V.6) снимет проблему дефицита цифровых адресов.

Доменный адрес состоит из нескольких, отделяемых друг от друга точкой буквенно-цифровых доменов (*domain* – область). Этот адрес построен на основе иерархической классификации: каждый домен, кроме крайнего левого, определяет целую группу компьютеров, выделенных по какому-либо признаку, при этом домен группы, находящейся слева, является подгруппой правого домена.

Например, географические двухбуквенные домены некоторых стран: Австрия – at; Болгария – bg; Канада – ca; Россия – ru; США – us; Франция – fr.

Существуют и домены, выделенные по тематическим признакам. Такие домены имеют трёхбуквенное сокращённое название: правительственные учреждения – gov; коммерческие организации – com; учебные заведения – edu; военные учреждения – mil; сетевые организации – net; прочие организации – org.

Протокол передачи файлов File Transfer Protocol (FTP) позволяет пересылать файлы с одного компьютера на другой. С помощью этого протокола можно осуществлять процесс обмена массивами данных: текстовыми и программными файлами.

FTP-сервер – компьютер, на котором содержатся файлы, предназначенные для открытого доступа. FTP-серверы предлагают доступ либо анонимным пользователям – всем, кто обращается в Интернет (анонимные FTP), либо только пользователям, имеющим полномочия доступа.

*Telnet* – программа работы с удалённым компьютером. Программа Telnet, работающая под управлением UNIX, позволяет установить связь с удалённым компьютером и использовать его в интерактивном режиме. Если доступ к этому компьютеру вам разрешён,

то вы можете работать с ним, как если бы находились непосредственно перед этим компьютером.

*Электронные доски объявлений.* Электронные доски объявлений (*Bulletin Board System – BBS*) часто существуют и независимо от Интернета – это компьютеры, к которым можно подсоединиться с помощью модемов через телефонную сеть. С помощью BBS можно опубликовывать объявления для общего ознакомления, отправлять сообщения отдельным лицам или оставлять на «доске» информацию, которую адресат может забрать в любое удобное для него время.

*Телеконференции Usenet.* Дальнейшим развитием электронной почты является «электронная газета», подписчики которой одновременно могут являться и её корреспондентами. Такая газета получила широкое распространение в Интернете под названием системы телеконференций. В системе телеконференций, в отличие от электронной почты, основным режимом является посылка сообщения не конкретному абоненту, а целой группе лиц (всем желающим).

*Служба Web Chat* (web-чат, чат) обеспечивает прямое общение пользователей в режиме реального времени в специальных чатах Интернета.

*Служба IRC (Internet Relay Chat)* предназначена также для прямого общения пользователей в режиме реального времени. Эту службу часто называют чат-конференциями, или просто чатом. В отличие от телеконференций, общение в которых открыто всему миру, в чате общение происходит между пользователями в пределах одного канала.

*Служба ICQ* предназначена для поиска IP-адреса пользователя, подключенного в данный момент к сети.

*Электронная почта.* Электронная почта (*e-mail*) обеспечивает оперативную передачу сообщений из одного пункта сети в другой. Электронное письмо приходит сразу же после его отправления и хранится в почтовом ящике до получения адресатом. Кроме текста оно может содержать графические, звуковые и видеофайлы, а также двоичные файлы – программы. Электронные письма могут отправляться сразу по нескольким адресам. Формат адреса электронной почты должен иметь вид: Имя\_пользователя@адрес\_хост-компьютера.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какие протоколы составляют основу сети Интернет?*

2. *Какие требования предъявляют к адресам хост-компьютеров в сети?*
3. *Какие возможности предоставляет Telnet?*
4. *Что представляют собой электронные доски объявлений?*
5. *Что представляют собой Телеконференции Usenet?*
6. *Для чего предназначены службы Web Chat, IRC и ICQ?*
7. *Какие возможности предоставляет электронная почта?*

## Занятие 14

### Корпоративные компьютерные сети

**Цель занятия:** научиться пользоваться корпоративными компьютерными сетями

Локальные вычислительные сети подразделяются на сети рабочих групп, отделов, кампусов и корпоративные сети. Корпоративные сети относят к особой разновидности локальных сетей, имеющей значительную территорию охвата. Сейчас корпоративные сети весьма активно развиваются и их часто называют сетями интранет (интрасеть).

*Интранет (интрасеть)* – это частная внутренняя компьютерная сеть организации, обладающая расширенными возможностями благодаря использованию в ней технологий Интернета, имеющая доступ в сеть Интернет, но защищённая от доступа к своим ресурсам со стороны внешних пользователей. Её можно определить и как систему хранения, передачи, обработки и доступа к межфирменной и внутрифирменной информации с использованием средств локальных сетей и сети Интернет.

*Корпоративные сети* являются неотъемлемой частью корпоративных информационных систем (КИС). Корпоративные информационные системы – это интегрированные системы управления территориально распределённой корпорацией, основанные на углублённом анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронных документообороте и development производстве. КИС призваны объединять стратегию управления (бизнес-стратегию) предприятием и передовые информационные технологии.

Основные характеристики КИС: обеспечение полного цикла управления в масштабах корпорации: нормирование, планирование, учёт, анализ, регулирование с поддержкой обратной связи в условиях информационной и функциональной интеграции; территориальная распределённость и значительные масштабы системы и объекта управления; неоднородность составляющих технического и программного обеспечения структурных компонентов системы управления; единое информационное пространство для выработки управлений решений, объединяющее управление финансами, персоналом, снабжением/сбытом и процесс управления производством; функционирование в неоднородной операционной среде на нескольких вычислительных платформах; реализация управления в реальном масштабе времени; высокая надёжность, безопасность, открытость и масштабируемость информационных компонентов.

Архитектуру корпоративных информационных систем можно рассматривать с разных позиций.

Функциональная архитектура КИС определяет состав функциональных подсистем и комплексов задач, обеспечивающих реализацию бизнес-процессов.

Информационно-технологическая архитектура включает в себя аппаратно-программную платформу реализации КИС, организационную форму базы данных, архитектуру и топологию компьютерной сети, средства телекоммуникации, комплекс технических средств обработки данных.

На сегодняшний день сложились типовые информационно-технологические структуры КИС и соответствующие структуры корпоративных компьютерных сетей (ККС).

*Централизованная обработка данных*, когда на одном компьютере установлены и функционируют средства: пользовательского интерфейса, обеспечивающие интерактивный режим работы пользователя (в том числе и «средства презентации данных»); содержательной обработки – программы приложений; организации и использования баз данных.

*Файл-серверная распределённая обработка данных*: на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений, на сервере хранятся файлы базы данных.

*Клиент-серверная двухуровневая распределённая обработка данных:* на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений (рабочие станции относятся к категории «толстых клиентов»), на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных.

Рабочие станции (клиенты) посылают серверу запросы на интересующие их данные, сервер выполняет извлечение и предварительную обработку данных. По сравнению с предыдущим вариантом существенно уменьшается трафик сети и обеспечивается прозрачность доступа всех приложений к файлам базы данных.

*Клиент-серверная многоуровневая распределённая обработка данных:* на рабочей станции находятся только средства пользовательского интерфейса, на сервере приложений – программы приложений, а на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных. Серверы выполняют всю содержательную обработку данных, рабочие станции являются «тонкими клиентами», и на их месте могут использоваться NET PC – «сетевые компьютеры». Если серверов приложений и серверов баз данных в сети несколько, то сеть становится клиент-серверной многоуровневой.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем отличаются корпоративные сети от локальных?
2. Перечислите основные характеристики корпоративных сетей.
3. Охарактеризуйте архитектуру корпоративных сетей.
4. Охарактеризуйте типовые информационно-технологические структуры корпоративных сетей.

## Рекомендуемая литература

1. Шашкова, И.Г. Информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ф.А. Мусаев, В.С. Конкина, Е.И. Ягодкина, И.Г. Шашкова, 2014. — 555 с. : ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/243267>.
2. Григорьева, Е.В. Информационные технологии в образовании [Электронный ресурс] / Е.В. Григорьева // Актуальные проблемы современной науки. — 2010. — №6. — С. 90-91. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/253787>.
3. Хныкина, А.Г. Информационные технологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие (лаб. практикум) / А.Г. Хныкина, Т.В. Минкина. — Ставрополь : изд-во СКФУ, 2018. — 122 с. : ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/687969>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Занятие 1. Информатизация общества.....	4
Занятие 2. Структура и классификация информационных систем....	8
Занятие 3. Структура и классификация информационных Технологий.....	14
Занятие 4. Безопасность информационных систем и технологий.....	19
Занятие 5. Технологии разработки программного обеспечения.....	25
Занятие 6. Этапы создания программных продуктов.....	30
Занятие 7. Авторские информационные технологии.....	31
Занятие 8. Интегрированные информационные технологии.....	34
Занятие 9. Информационные технологии дистанционного Обучения.....	38
Занятие 10. Направления развития искусственного интеллекта.....	
Занятие 11. Стратегия получения знаний.....	42
Занятие 12. Виды информационно-вычислительных сетей.....	46
Занятие 13. Глобальная информационная сеть Интернет.....	48
Рекомендуемая литература.....	55

## Учебное издание

Земскова Наталья Евгеньевна

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

# Методические указания для выполнения лабораторных работ

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 3,3  
Тираж . Заказ № 508

Редакционно-издательский центр Самарский ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2  
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47  
Факс 46-6-70  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Зоотехния»

**Н. Е. Земскова**

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ**

**Методические указания  
для лабораторных работ**

Кинель  
РИО СамГАУ  
2020

УДК 57 (075)

ББК 28.0

3-55

Земскова, Н. Е.

З 55 «Математические методы в биологии» : методические указания / Н. Е. Земскова, – Кинель : РИО СамГАУ / 2020. – 30 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по магистерским программам: «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства», «Разведение, генетика, селекция и воспроизводство сельскохозяйственных животных», «Контроль качества продукции животноводства по технологической схеме производства» и содержат материал по практическому курсу, изучение которого позволит сформировать у обучающихся системы компетенций для решения профессиональных задач с использованием математических методов в целях оптимизации обработки научно-исследовательских результатов.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Математические методы в биологии».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2020  
© Н. Е. Земскова, 2020

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания ставят своей **целью** формирование у обучающихся системы компетенций для применения современных методов обработки и анализа биологических данных, основанных на использовании математической статистики и современной вычислительной техники.

**Задачи** методических указаний:

- ознакомить с базовыми понятиями количественного анализа данных наблюдений (экспериментов);
- ознакомить с базовыми методами количественного анализа данных наблюдений (экспериментов);
- способствовать овладению навыками биометрической обработки данных.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций УК-1; ОПК-4 (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП) по направлению 36.04.02 «Зоотехния»:

Компетенции содержат следующие положения:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность обосновать и реализовать в профессиональной деятельности современные технологии с использованием приборно-инструментальной базы и использовать основные естественные, биологические и профессиональные понятия, а также методы при решении общепрофессиональных задач (ОПК-4).

## Занятие 1.

### Классификация изучаемых признаков и их свойства

**Цель занятия:** сформировать понимание классификации единиц изучаемой совокупности.

Статистика изучает явления через их признаки. Признак – это свойство, проявлением которого один объект отличается от другого. Чем более однородна совокупность – тем больше общих признаков имеют ее единицы и меньше варьируют их значения.

Признаки различаются способами их измерения, отношением ко времени и др. Классификация признаков приведена в таблице 1.

Таблица 1.

#### Классификация признаков в статистике

По характеру выражения	По способу измерения	По отношению к характеризуемому объекту	По характеру вариации	По отношению ко времени
Описательные	первичные (учитывающие)	прямые (непосредственные)	альтернативные	моментные
Количественные	вторичные (расчетные)	косвенные	дискретные	интервальные
			непрерывные	

**Описательные** (атрибутивные) признаки выражаются словесно, т.е. не имеют количественной меры: вид зерновых культур, цвет глаз и т.д. Они могут быть номинальными, т.е. не поддающиеся ранжированию (упорядочиванию) и порядковыми, по которым можно ранжировать данные.

**Количественные** признаки выражены числами: возраст животного, продолжительность жизни и т.д.

**Первичные** (учитываемые) признаки характеризуют единицу совокупности в целом. Это абсолютные величины, которые могут быть измерены, сосчитаны, взвешены и существуют сами по себе независимо от их статистического изучения. Например, численность популяции, сумма затрат на производство продукции и т.д.

**Вторичные** (расчетные) не измеряются непосредственно, а расчитываются. Например, себестоимость единицы продукции, фондотдача и т.д. Расчетные показатели играют наибольшую роль в аналитической работе.

**Прямые** (непосредственные) признаки – это свойства непосредственно присущие тому объекту, который ими характеризуется. Например: возраст человека, поголовье КРС на ферме, объем продукции фирмы и т.д.

**Косвенные** признаки являются свойствами, присущими не самому объекту, а другим совокупностям, относящимся к объекту, входящего в него. Например, оплата труда работников по отношению к фирме – это косвенный признак фирмы, но прямой для работников.

**Альтернативные** признаки могут принимать только два значения, т.е. обладания или не обладания признаком. Например, пол: мужской или женский, место проживания: город или село.

**Дискретные** признаки – количественные признаки, которые могут принимать только отдельные (целые) значения, без промежуточных (дробных). Например, число членов в семье, поголовье коров.

**Непрерывные** – принимающие любые значения. К ним относятся, как правило, расчетные вторичные признаки. На практике значения непрерывных признаков иногда округляют с конечной степенью точности, и они становятся квазидискретными и, напротив, дискретные признаки, имеющие большие границы значений на практике становятся квазинепрерывными.

**Моментные** признаки характеризуют изучаемый объект в какой-то момент времени, установленный планом статистического исследования. Например, остатки вкладов в сбербанке на 1 января, 1 февраля и т.д.

**Интервальные** признаки характеризуют результаты процессов. Поэтому их значения возникают только за интервалы времени: год, месяц, сутки, но не момент времени. Например, объем реализованной продукции, объем полученного дохода и т.д.

### **Контрольные вопросы**

1. Как классифицируются признаки по характеру выражения?
2. Что характеризуют первичные и вторичные признаки?
3. В чем отличие прямых признаков от косвенных?
4. Как выражаются признаки по характеру вариации?

5. В чем отличие моментных признаков от интервальных?

## Занятие 2.

### Понятие о генеральной совокупности и выборке

**Цель занятия:** сформировать понимание необходимости использования выборки для оценки генеральной совокупности в биологических исследованиях.

Основной методологией подавляющего большинства биологических исследований является количественное обследование лишь определенной части элементов наблюдения выбранного объекта изучения.

Если исследование охватывает все единицы наблюдения статистической совокупности без единого исключения, то оно называется сплошным или полным (изучение всех особей биологической популяции, учет всех видов растений и животных в экосистеме). Если ограничиваются обследованием лишь некоторой части статистической совокупности, то исследование называется частичным или выборочным. В соответствии с этим в математической статистике принято делить статистическую совокупность на генеральную и выборочную.

Совокупность, из которой отбирают определенную часть её элементов для совместного изучения, называется генеральной совокупностью.

Отобранная часть генеральной совокупности для изучения называется выборочной совокупностью или выборкой.

Генеральная совокупность – это множество всех вариантов определенного типа (выборка бесконечного размера). Чаще всего получить все возможные значения в принципе невозможно. Поэтому судить о генеральной совокупности приходится, исследуя выборки – по части составлять представление о целом.

Объем выборки (обозначается буквой  $n$ ) не может превышать объем генеральной совокупности (обозначается буквой  $N$ ).

Объем генеральной совокупности часто представляется теоретически бесконечным, но на практике он имеет конечные размеры. Таким образом,  $n$  и  $N$  могут значительно различаться в зависимости от целей и объектов исследования.

Например, в качестве генеральной совокупности можно рассматривать всех особей изучаемого вида или особей этого же вида, обитающих на конкретной территории (географическая популяция), в этом случае объем генеральной совокупности будет меньше; в генеральную совокупность могут входить несколько мелководных озер региона, или одно мелководное озеро может рассматриваться как генеральная совокупность. Совокупность единиц наблюдения в выборку должна отбираться определенным образом, а именно случайно.

Любой исследователь стремится охарактеризовать объект изучения в целом, поэтому выборка сама по себе не должна представлять интереса для исследователя, она служит для оценки генеральной совокупности, из которой извлечена.

Сплошные исследования в биологии такие как, к примеру, оценка рыбопродуктивности путем тотального вылова рыбы, имеют ряд существенных недостатков и ограничений, которые преобразуются в преимущества при проведении выборочного исследования. Таким образом, причины применения выборочного метода исследования заключаются в следующем: экономия времени, материальных и кадровых ресурсов при проведении исследования, поскольку изучается лишь часть генеральной совокупности; возможность изучать объекты, сплошное обследование которых практически невозможно или нецелесообразно. По этим причинам биологи практически всегда вынуждены иметь дело с выборками, при этом от того, каким образом была взята выборка из генеральной совокупности, будет зависеть конечный результат исследования.

Для того чтобы лишь по части генеральной совокупности, которая изучена, можно было правильно судить о всей генеральной совокупности, выборка должна быть репрезентативной, иначе представительной.

Репрезентативность выборки означает равную вероятность для всех единиц наблюдения генеральной совокупности быть представленными в составе выборки, другими словами, в выборке должны быть представлены все возможные варианты изучаемой переменной в тех же пропорциях, что и в генеральной совокупности. При планировании исследований необходимо соблюдать принцип рандомизации (от англ. *random* – случай) – случайный отбор элементов из генеральной совокупности, исключающий систематические ошибки. Рассмотрим

рим наиболее часто употребляемые в биологии способы формирования выборочных совокупностей.

### **Контрольные вопросы**

1. *Раскройте содержание терминов «генеральная совокупность» и «выборка».*
2. *Почему в биологических исследованиях нецелесообразно стремиться изучать непосредственно генеральную совокупность?*
3. *Раскройте содержание термина «репрезентативность».*
4. *Что означает принцип рандомизации?*

## **Занятие 3**

### **Способы отбора выборок**

**Цель занятия:** освоить способы и типы отбора выборок.

Выделяют два способа отбора выборок: повторный и бесповторный.

1. *Повторный отбор* – производят по схеме возвращения учтенных единиц в генеральную совокупность, так что одна и та же единица может попасть в выборку повторно (отлов окольцованных птиц, суточный количественный учет животных на пробной площадке, повторное использование объектов для экспериментов). Подобный отбор не влияет на состав генеральной совокупности, и возможность каждой единицы попасть в выборку не меняется.

2. *Бесповторный отбор* – учтенные единицы не возвращаются в генеральную совокупность, каждая отобранный единица регистрируется только один раз (отлов животных для изучения). Этот отбор влияет на состав генеральной совокупности и возможность каждой единицы попасть в выборку меняется.

Оба способа отбора подразделяются на два типа:

1. *Отбор, не требующий расчленения генеральной совокупности на части* – простой случайный отбор. Элементы извлекаются случайным образом непосредственно из генеральной совокупности (отбор животных для эксперимента, отлов животных из популяции). Человек весьма несовершенное «орудие» случайного отбора. В психике каждого из нас, даже при кажущейся беспристрастности, заложено подсознательное предпочтение определенного облика объекта, а

значит и стремление к тенденциозному субъективному отбору элементов наблюдения. Независимо от наших попыток наблюдать максимальное благородумие и честность при формировании выборок всегда имеется определенная вероятность того, что появится невольная систематическая ошибка. На практике для осуществления случайного отбора применяют метод *случайных чисел*. Для этого можно воспользоваться либо таблицами случайных чисел, либо соответствующими модулями (процедурами) в статистических программах. Например, для проведения эксперимента из 100 подопытных животных необходимо отобрать 10 особей. Конечно, исследователь может отобрать тех животных, которые первыми выбегут из клетки после открывания дверцы. Но, в этом случае он должен будет понимать, что его отбор является довольно субъективным и не лишен скрытых систематических ошибок. В результате этого выборка может неадекватно отражать свойства генеральной совокупности или опытная и контрольная группы животных могут оказаться изначально неоднородными, что будет влиять на результаты эксперимента. Чтобы произвести действительно простой случайный отбор, необходимо создать равную вероятность для всех животных быть включенными в выборку. Для этого исследователь предварительно может пронумеровать (от 1 до 100) всех животных (генеральная совокупность) и для отбора воспользоваться таблицей случайных чисел по Лакину, 1990.

Более удобный способ составления случайных выборок исследователь может найти, открыв табличный процессор MS EXCEL: в меню Сервис нужно выделить строку Анализ данных, найти процедуру Выборка и щелкнуть на кнопку ОК. Общий вид меню пакета «Анализ данных» и диалоговое окно процедуры «Выборка». В диалоговом окне процедуры Выборка необходимо лишь установить Случайный метод выборки, мышкой указать Входной интервал (столбец электронной таблицы порядковыми номерами животных) и ввести объем выборки в поле Число выборок (в нашем примере 10). Необходимо отметить, что данная процедура реализует повторную случайную выборку, поэтому заранее полезно указывать немного больший объем выборки, чем требуется отобрать для исключения повторяющихся объектов.

Не менее удобным для целей формирования выборок является модуль Рандомизация статистической программы ATTESTAT. Диа-

логовое окно модуля «Рандомизация». К примеру, с помощью данного модуля можно случайным образом распределять объекты в контрольные и опытные группы. Простой случайный отбор имеет преимущества в тех случаях, когда объем генеральной совокупности не слишком велик. Но каким образом можно создать равную вероятность попадания в выборку единиц наблюдения, если исследователь имеет дело, например, с породой. Предварительно отловить и пронумеровать всех особей для того, чтобы произвести простой случайный отбор, явно не получится. В этом случае можно использовать отбор второго типа.

2. Отбор, при котором генеральная совокупность разбивается на следующие части:

*A. Серийный отбор* – генеральную совокупность предварительно делят на классы (серии), затем из общего количества серий случайным способом отбирают несколько серий для сплошного изучения. Подобный вариант отбора следует применять при работе с относительно однородными объектами исследования (группы испытуемых животных одинакового возраста, при работе с пчёлами). Пример, необходимо составить выборку из пчёл пасеки. Предварительно нужно разбить всю площадь пасеки на пробные ульи, присвоить им порядковые номера и с помощью уже известных нам способов случайным образом отобрать ряд пробных улей, на которых можно произвести сплошное обследование по учету пчёл.

*B. Типический отбор* – генеральная совокупность делится на несколько классов (типических групп), а затем случайным образом делается выборка из каждой отдельной типической группы (т. е. в отличие от серийного отбора сплошного изучения каждой типической группы не производится). Используется этот способ с успехом в тех случаях, когда исследуемые объекты неравномерно распределены в определенном объеме или на определенной территории. Пример: необходимо установить размерно-возрастную структуру популяции ящерицы живородящей на определенной территории, включающей различного типа лесные и луговые участки, вырубки, дороги и т. д. Для получения репрезентативной выборки всю территорию нужно поделить на ряд типических групп (участки леса, луг, опушки, вырубка, обочины дорог), в наибольшей степени различающихся между собой. Затем каждую типическую группу можно разбить на ряд проб-

ных площадок, случайным способом выбрать в каждой группе несколько таких площадок, на которых и произвести отлов животных. Таким образом, общий объем выборки будет включать особи из каждой типической группы, что обеспечит репрезентативное описание всей генеральной совокупности.

*B. Механический отбор* – генеральная совокупность «механически» делится на столько групп, сколько объектов должно войти в выборку, а из каждой группы отбирается один объект. Пример: при обследовании посева ржи на урожайность намечено отобрать 100 колосьев. Следовательно, поле ржи можно разбить на 100 равных делянок и с каждой случайным образом отобрать по 1 растению; при изучении особенностей вида можно отлавливать каждый пятый, десятый и т. п. экземпляр животного данного вида на маршруте. В последнем случае, однако, нужно следить за тем, чтобы алгоритм составления выборки не совпадал с каким-либо периодическим процессом в природе, способным повлиять на репрезентативность выборки.

Многие методы количественного учета животных и растений на практике применяют, игнорируя описанные в разделе принципы. При этом данные, полученные по нерепрезентативной выборке, никаким образом нельзя будет «исправить» или «подправить» в процессе их статистической обработки. Какие бы мощные методы математической обработки ни применялись, получить адекватное представление о генеральной совокупности не удастся.

### **Контрольные вопросы**

1. *По какой схеме производят повторный отбор?*
2. *Раскройте методику бесповторного отбора.*
3. *Как проводится серийный отбор?*
4. *Как проводится типический отбор?*
5. *Как проводится механический отбор?*

## **Занятие 4**

### **Понятие о статистических рядах**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными характеристиками рядов распределения и их ролью в анализе структуры совокупности.

Математическая обработка собранных данных часто начинается с построения так называемых статистических рядов, представляющих собой набор числовых значений признака, расположенных в определенном порядке. Рассмотрим более подробно типы статистических рядов.

1. *Ранжированный ряд* – одинарный ряд, в котором значения признака располагаются в возрастающем (или убывающем) порядке. Пример: 34342543345 или 23333444455 – ранжированный ряд. Значение ряда: можно определить размах изменчивости признака (от 2 до 5), наиболее часто встречающееся значение (3 и 4), подготовительный этап для построения вариационного ряда.

2. *Вариационный ряд* (ряд распределения) – двойной ряд чисел, отражающий соотношение ранжированных значений признака с частотой их встречаемости в данной выборке. Пример: 23333444455 – ранжированный ряд, 2345 – значение признака, 1442 – частота встречаемости. Значение ряда: позволяет определить закономерность варьирования (закон распределения) изучаемого признака.

В зависимости от того, в каком диапазоне и как варьирует признак – дискретно или непрерывно, – статистическая совокупность может распределяться в безынтервальный или интервальный вариационные ряды. Тип вариационного ряда можно определить по формуле:

$$\lambda = x_{\max} - x_{\min} / k, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – ширина классового интервала,  $x_{\max}$ ;

$x_{\min}$  – максимальное и минимальное значение выборки,

$k$  – число классов, на которые следует разбить вариацию признака, рассчитывается по формуле Стерджеса:

$$k = 1 + 3,32 \times \lg(n), \quad (2)$$

где  $n$  – объем выборки.

Таким образом, если  $\lambda = 1$  или  $\lambda \approx 1$ , то строится безынтервальный ряд, если  $\lambda \neq 1$ , то строится интервальный ряд. Если признак варьирует дискретно и в узких границах ( $\lambda = 1$  или  $\lambda \approx 1$ ), то строится безынтервальный вариационный ряд.

Рассмотрим данные о количестве птенцов в гнездах древесной ласточки: 4 6 6 4 5 5 5 5 5 5 1 4 5 4 5 4 5 7 4 6 6 5 6 4 4 5 6 5 5 4 2 6 4 6 2 5 6 5 5 4. Данный признак является дискретным и  $\lambda \approx 1$ , значит достаточно подсчитать встречаемость конкретных значений, не раз-

бивая их на классовые интервалы. Искомый безинтервальный вариационный ряд будет выглядеть следующим образом (табл. 2):

Таблица 2

Безинтервальный ряд

Количество птенцов	Частота встречаемости
1	1
2	2
4	11
5	18
6	9
7	1

Интервальный вариационный ряд применяется, если изучаемый признак изменяется непрерывно ( $\lambda \neq 1$ ) или значения дискретного признака, варьирующего в широких пределах, имеют малую повторяемость. В воде мелководного озера Неро (Ярославская область) в течение года были измерены концентрации общего фосфора (в мкг/л): 46 41 153 98 140 95 208 88 65 108 60 41 179 320 176 118 191 108 62 91 90 66 189 274 170 95 62 108 45 58 90 83 202 134 166 82 117 62 91 37 80 45 111 83 120 108 91 241 90 66 163 110 117 91 180 104 91 134 92 83. Для построения интервального вариационного ряда сначала весь диапазон изменчивости концентраций общего фосфора разбивается на серию равных классовых интервалов, затем подсчитывается, сколько вариант попало в каждый интервал. В нашем примере ширина классового интервала  $\lambda = 41$ , число классовых интервалов  $k = 7$ , соответственно вариационный ряд имеет вид: Классовые интервалы концентраций (мкг/л) Частота встречаемости 37–78 14 78.1–119 28 119.1–160 5 160.1–201 8 201.1–242 3 242.1–283 1 283.1–324 1 3.

3. *Временной ряд* (ряд динамики) – двойной ряд чисел, отражающий варьирование варианта изучаемого признака во времени (по годам, месяцам, дням, часам). Пример: сезонные изменения биомассы фитопланктона в озере можно охарактеризовать следующим времененным рядом 2 11 6 1 20 30 10 2 – биомасса фитопланктона (мг/л), III IV V VI VII VIII IX X – месяцы.

4. *Эмпирический ряд регрессии* – двойной ряд чисел, отражающий связь между значениями сопряженных признаков. Пример: в 2011 г. в районе биостанции «Улейма» студентами ЯрГУ были получены следующие данные о численности насекомых-опылителей на

пробной площадке (Х) и температуре воздуха в периоды учета насекомых (У): Х: 17 19 59 114 94 78 78 64 78 48 35 36 5 5 11 У: 17 16.8 23.8 25.6 27 24.7 21.8 22.7 23.1 21.8 20.3 19 15 14.5 18.8.

#### **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение статистического ряда.*
2. *Каково значение ранжированного ряда?*
3. *Каково значение вариационного ряда?*
4. *Каково значение временного ряда динамики?*
5. *Каково значение эмпирического ряда регрессии?*

### **Занятие 5**

#### **Способы представления материалов исследований**

**Цель занятия:** научиться методам визуализации представления материалов исследований.

Визуализация, или наглядное представление результатов исследований выражается графическим и табличным анализом фактов.

1. *Графический анализ.* Построение графиков различных типов упрощает содержательный анализ количественных данных и во многих случаях является эффективным средством контроля возможных ошибок при интерпретации результатов, полученных тем или иным статистическим методом. Графическое представление закономерностей варьирования количественных признаков осуществляется с помощью вариационных кривых (полигон распределения частот) и гистограмм распределения (частот встречаемости значений признака).

Вариационные кривые строятся для безынтервальных вариационных рядов в осях: значения признака (абсцисса) – частота встречаемости значений признака (ордината) (рис. 1).

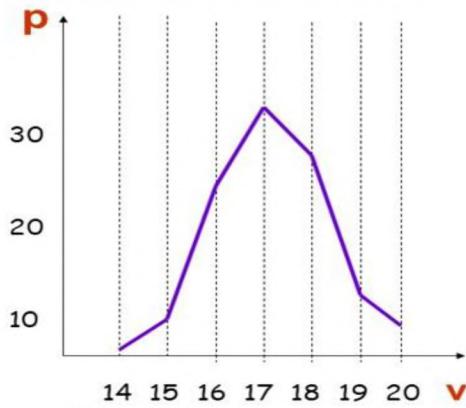


Рис. 1 – Вариационная кривая

Данный график представляют собой ряд точек, соединенных прямыми линиями, при этом каждая точка отражает частоту встречаемости конкретного значения дискретного признака.

Весьма сходны с вариационными кривыми так называемые гистограммы распределения частот – столбчатые диаграммы, отражающие распределение частот встречаемости значений признака по отдельным классовым интервалам (рис. 2).

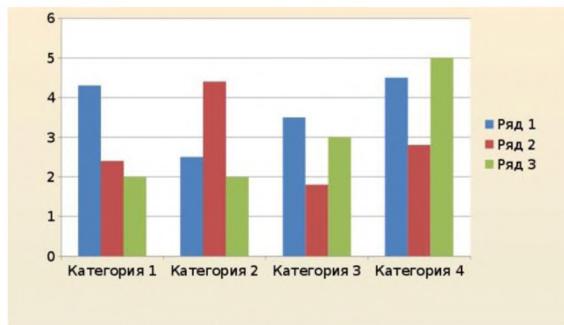


Рис. 2 – Столбчатая диаграмма

Соответственно, в отличие от вариационной кривой на гистограмме распределения частот по оси абсцисс откладываются классовые интервалы. Подобные графики применяются для интервальных вариационных рядов.

Табличный процессор MS EXCEL содержит процедуру автоматического построения из исходных данных одновременно вариационного ряда и гистограммы распределения частот этого ряда. Для этого в диалоговом окне Анализ данных надо выделить процедуру Гистограмма и нажать кнопку ОК. Для построения гистограммы распределения частот необходимо установить флажок Вывод графика.

В программном пакете STATISTICA предлагаются ещё более разнообразные графические методы, с помощью которых исследователь может запрашивать или самостоятельно организовывать построение графиков. Доступ к графическим средствам осуществляется через верхнее меню и команду Graphs (графики). Так, программа STATISTICA дает возможность анализировать данные в трехмерном пространстве, для этого используются многообразные трехмерные графики (3D Graphs). Можно одновременно посмотреть, каким образом могут быть связаны между собой несколько переменных: к примеру, численность насекомых-опылителей на пробной площадке, температура воздуха и атмосферное давление. Это позволяет сделать трехмерная диаграмма рассеяния (3D XYZ Graphs), где каждая точка отображает значения 3-х переменных

2. *Таблицы.* Табличный способ представления данных является не менее важным, наряду с графическим анализом, средством первичного упорядочения, систематизации и группировки результатов исследований. Статистические таблицы внешне представляют пересечения вертикальных граф и горизонтальных строк, которые образуют клетки, предназначенные для записи в них статистического материала (рис. 3).



Рис. 3 – Статистическая таблица

Статистическая таблица от других табличных форм отличается тем, что она должна содержать результаты подсчета (обработки) исходных количественных данных.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какова цель наглядного представления результатов исследования?*
2. *Какова роль графического анализа в интерпретации результатов?*
3. *Дайте определение вариационной кривой.*
4. *Укажите пути реализации проведения графического анализа.*
5. *Какова цель применения табличного способа представления данных?*
6. *Чем отличается статистическая таблица от других таблиц?*

## **Занятие 6**

### **Средние значения величин**

**Цель занятия:** научиться определять средние значения величин.

Необходимость определения средней величины какого-либо количественного признака обычно возникает тогда, когда исследователю предстоит сравнить между собой выборки по степени выраженности данного признака. Средние величины принято разделять на степенные и структурные средние.

*I. Степенные средние величины.* Существует несколько видов степенных средних (средняя арифметическая, средняя геометрическая, средняя квадратичная, средняя кубическая), но в практике биологических исследований наибольшее значение имеет средняя арифметическая – величина, вокруг которой «концентрируются» отдельные значения признака.

*1. Средняя арифметическая* – это отношение суммы отдельных значений признака ( $X_i$ ) в выборке к их числу (объему выборки,  $n$ ). Если средняя арифметическая рассчитывается на основе данных выборки (выборочное среднее значение), то её обозначают символами с чертой наверху –  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  и т. д. или  $M$ . Если среднюю арифметическую получают при изучении всей генеральной совокупности (генеральное среднее значение), то используют символ  $\mu$ .

Общая формула для определения средней арифметической имеет вид:

$$X = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n / n, \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, x_n$  – числа множества;

$n$  – количество чисел множества.

Значение средней арифметической имеет следующие свойства:

– обладает способностью характеризовать целую группу однородных единиц наблюдения одним числом;

– является центром вариационного распределения, вокруг которого группируются отдельные значения выборочной совокупности, взаимопогашаются и отмечиваются случайные колебания от центральной тенденции;

– позволяет легко и быстро производить сравнительный анализ выборок разного объема.

Кратко рассмотрим другие степенные средние значения, получившие в биологии в целом меньшее распространение, по-видимому, из-за большей сложности вычислений и отсутствия необходимости в большинстве исследований расчета более точных средних показателей, нежели средняя арифметическая.

2. Средняя квадратическая – применяется для более точной характеристики мер площади, т. е. когда изучаются признаки, выраженные в единицах площади ( $\text{см}^2, \text{м}^2$ ), или для того, чтобы вычислить среднее арифметическое значение площади на основании замеров линейного показателя, характеризующего эту площадь. В последнем случае определяют среднюю квадратическую для линейного показателя. Ее можно использовать при расчете среднего диаметра жировых шариков, клеточного ядра, эритроцитов, мышечного «глазка», куриных яиц, величины листовой пластинки у растений, размеров колоний микробов, площади шкур и т. д. Средняя квадратичная равняется корню квадратному из суммы квадратов отдельных значений признака, отнесенной к их общему числу (объему выборки), и рассчитывается по формуле:

$$\bar{x}_{квадр} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (2)$$

3. *Средняя кубическая* используется в качестве характеристики объемных признаков или для того, чтобы вычислить среднее арифметическое значение объема на основании замеров линейного показателя (диаметра), характеризующего этот объем. Средняя кубическая равняется корню кубическому из суммы кубов отдельных значений признака, отнесенной к их общему числу (объему выборки), и рассчитывается по формуле:

$$\bar{x}_{куб} = \sqrt[3]{\frac{\sum x^3}{n}} \quad (3)$$

Средняя кубическая может быть полезной при расчетах среднего размера клеток микроскопических водорослей ( $\text{мкм}^3$ ), определении среднего суммарного объема (биомассы) бактерио- и фитопланктона и т. д.

4. *Средняя геометрическая* – используется при исследовании средней скорости прироста какой-то величины с течением времени, характеризует интенсивность процесса. Средняя геометрическая обычно применяется при анализе признаков, величина которых во времени изменяется по закону геометрической прогрессии. Сюда относятся изменение веса массы в начальном периоде роста организма или рост численности популяции в естественных условиях. Скорость прироста часто выражают в относительных величинах. Относительную скорость роста можно вычислить по формуле:

$$\bar{x}_{геом.} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} = \sqrt[n]{\Pi x_i} = \sqrt[m-1]{\frac{y_n}{y_0}},$$

$$x_1 = \frac{y_1}{y_0}; x_2 = \frac{y_2}{y_1}; \dots; x_n = \frac{y_n}{y_{n-1}}, \quad (4)$$

где:  $x_i$  – цепной коэффициент роста;

$n$  – число этих коэффициентов роста;

$\Pi$  – знак произведения;

$m$  – количество уровней ряда;

$y_0$  – значение начального уровня ряда;

$y_n$  – значение конечного уровня ряда.

II. *Структурные (нестепенные) средние величины* характеризуют структуру распределения признака.

1. *Медиана (Me)* – значение признака, относительно которого ранжированный ряд делится на 2 равные части: в обе стороны от медианы располагается одинаковое число вариант.

2. *Мода (Mo)* – значение признака, наиболее часто встречающееся в выборочной совокупности. Класс с наибольшей частотой называется модальным. На гистограмме распределения частот моде соответствует самый высокий столбец, на вариационной кривой – самая высокая точка.

Структурные средние в данном случае являются более устойчивыми характеристиками выборки. Если исследователь имеет дело с качественными данными, часто структурные средние оказываются единственной возможной количественной характеристикой «центра» (средней величины) признака. Таковой может быть мода. Достаточно подсчитать частоту встречаемости того или иного качественного признака в популяции (серая, белая, черная окраска особей), при этом мода будет указывать, к примеру, на наиболее типичный («средний» для популяции) тип окраски. Напротив, когда значения признака распределены несимметрично относительно среднего (сильно отклоняются от нормального распределения), среднее выборочное значение лучше описывать с помощью медианы.

### **Контрольные вопросы**

1. Укажите различия степенных и структурных средних величин.
2. Какие свойства имеет значение средней арифметической?
3. Какие свойства имеет значение средней квадратической?
4. Какие свойства имеет значение средней кубической?
5. Какие свойства имеет значение средней геометрической?
6. Что выражает медиана?
7. Что выражает мода?

## Занятие 7

### Показатели изменчивости признака

**Цель занятия:** научиться оперировать понятиями изменчивости признака и учитывать степень отклонения варианта от средней величины.

Средние величины не являются универсальными характеристиками варьирующих признаков. При одинаковых средних значениях признаки могут различаться по степени и характеру варьирования. Для полной количественной характеристики любого признака (показателя) на основе выборочной совокупности его значений, помимо средней величины, необходимо учитывать степень отклонения от неё варианта, а также знать существенные черты варьирования признака. Для этих целей разработаны разные показатели вариации, которые находят широкое применение в биологии.

Вариацию признаков можно оценить с помощью следующих количественных характеристик:

1. *Лимиты (пределы вариации)* – минимальное и максимальное значение признака в выборочной совокупности. При этом указываются границы варьирования признака. Обозначаются как  $lim$ .

2. *Размах вариации* – разность между максимальным и минимальным значением признака. Обозначается буквой  $R$ . Чем сильнее варьирует признак, тем больше показатели пределов и размаха вариации, и наоборот. Пример: диаметры (мм) колоний 2 штаммов бактерий составили:  $X_1$  2,0; 2,2; 2,4; 2,6; 2,8  $X_1 = 2,4$ ,  $lim = 2,0-2,8$ ,  $R = 0,8$   $X_2$  1,6; 2,0; 2,4; 2,8; 3,2  $X_2 = 2,4$ ,  $lim = 1,6-3,2$ ,  $R = 1,6$ . Из примера видно, что вариабельность диаметра колоний 2-го штамма бактерий больше. Однако применение этих 2-х показателей в биологии для оценки вариации признаков имеет ограниченное значение, поскольку они зачастую не отражают сам характер варьирования признаков. Пример: рассмотрим 2 выборочные совокупности:  $X_1$ : 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190.  $X_1 = 145$ ,  $lim = 100-190$ ,  $R = 90$ .  $X_2$ : 100; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 145; 190.  $X_2 = 145$ ,  $lim = 100-190$ ,  $R = 90$ . Лимиты и размах вариации имеют одинаковые значения в обеих выборках, однако если внимательно присмотреться, то сам характер варьирования значений в каждой из выборок существенно различается. Если в первой выборке все варианты отличаются друг от друга, то во второй выборке из 10 варианта 8 имеют одинаковые зна-

чения. Таким образом, в первой выборке рассеяние вариант больше, чем во второй, но это никак не сказывается на лимитах и размахе вариации. Очевидно, чтобы преодолеть отмеченные недостатки, необходимо учитывать не только крайние значения признака (лимиты), но и все варианты в выборке.

Наиболее рациональный путь заключается в определении отклонений каждого отдельного значения признака от средней величины –  $(X_i - \bar{x})$ , затем все полученные отклонения можно просуммировать и разделить на объем выборки. В итоге мы получим некое среднее линейное отклонение, которое будет тем больше, чем значительнее каждая варианта будет отклоняться от среднего значения. Таким образом, с помощью этого показателя можно было бы сравнивать разные выборки по степени варьирования признака и одновременно учитывать внутренние черты вариации (степень отличия каждой варианты). Обратимся к предыдущему примеру и рассчитаем среднее линейное отклонение для каждой из выборок. Попытавшись просуммировать все полученные отклонения, мы натолкнемся на весьма существенное затруднение, которое легко будет увидеть, приступив к вычислению: сумма отклонений в обеих выборках будет равна 0. И это не случайная игра чисел – данное затруднение будет возникать всякий раз для любой другой выборки при суммировании отклонений вариант от средней арифметической. Один из математических приемов избавления от отрицательных значений полученных отклонений – возвведение их в квадрат. Так мы подходим к одному из ключевых понятий биометрии и показателей вариации.

3. *Дисперсия* ( $\sigma^2$ ,  $S^2$ ) – это отношение суммы квадратов отклонений отдельных значений признака от средней арифметической к объему выборки за вычетом единицы:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (1)$$

Более удобно вычислять дисперсию по формуле:

$$\sigma^2 = \bar{x}^2 - (\bar{x})^2 \quad (2)$$

которая получается из основной путем несложных преобразований. В этом случае средний квадрат отклонений равен средней из квадратов значений признака минус квадрат средней.

4. *Среднее квадратическое (стандартное) отклонение* ( $\sigma$ ,  $S$ ) – корень квадратный из дисперсии. Если стандартное отклонение рассчитывается по выборочным данным, то используется обозначение  $S$ , если на основе генеральной совокупности, то символ  $\sigma$ . Действительно, для избавления от квадратов отклонений прибегают к действию, противоположному возведению в степень, т. е. извлекают квадратный корень. В итоге стандартное отклонение является в ряде случаев более удобной характеристикой вариации признаков, поскольку измеряется в тех же единицах, что и исходные данные.

5. *Коэффициент вариации* ( $C_V$ ). При изучении биологических систем часто возникает необходимость сравнить изменчивость разных биологических показателей, выраженных в несопоставимых величинах. С этой целью используют коэффициент вариации, который представляет собой отношение среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому, выраженное в процентах:

$$C_V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\% \quad (3)$$

Этот показатель можно использовать для оценки биологических процессов, исходя из того, что более стабильная система с меньшим коэффициентом вариации более важна для организма и, кроме того, требует меньшее количество измерений для получения достоверных результатов. Принято считать степень вариабельности низкий, если  $C_V < 10\%$ , средний, если  $C_V > 10\%$ , но меньше 25% и высокий, если  $C_V > 25\%$ .

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается смысл определения пределов вариации?
2. Покажите зависимость степени варьирования признака и показателей пределов и размаха вариации.
3. Что выражает дисперсия?
4. Что характеризует среднее квадратическое отклонение?
5. С какой целью используют коэффициент вариации?

## Занятие 8

### Понятие о вероятности события

**Цель занятия:** научиться оперировать основными понятиями теории вероятности и проводить математические операции относительно исхода событий.

Одним из основных понятий теории вероятностей является понятие *события*. Под *событием* понимают любой факт, который может произойти в результате опыта или испытания. У некоторых событий может быть только один исход, заранее предсказуемый. Такие события называются *достоверными* – падение подброшенного камня вниз; по длине стороны квадрата всегда точно можно определить его площадь.

Если при осуществлении комплекса условий события заведомо произойти не могут, то они называются *невозможными* – всплытие камня, брошенного в воду; площадь квадрата с длиной стороны 1 см, равная 4 см.

Однако существуют события, исход которых заранее непредсказуем, такие события при осуществлении комплекса условий могут произойти, а могут не произойти. Они называются *случайными* – при бросании монеты она может упасть вверх решкой или орлом; в популяции может родиться самец или самка.

Различают *события совместные* и *несовместные*. События называются совместными, если наступление одного из них не исключает наступления другого. В противном случае события называются несовместными. Например, подбрасываются две игральные кости. Событие  $A$  – выпадание трех очков на первой игральной кости, событие  $B$  – выпадание трех очков на второй кости.  $A$  и  $B$  – совместные события. Пусть в магазин поступила партия обуви одного фасона и размера, но разного цвета. Событие  $A$  – наудачу взятая коробка окажется с обувью черного цвета, событие  $B$  – коробка окажется с обувью коричневого цвета,  $A$  и  $B$  – несовместные события.

Важным понятием является *полная группа событий*. Несколько событий в данном опыте образуют полную группу, если в результате опыта обязательно появится хотя бы одно из них. Например, в урне находится десять шаров, из них шесть шаров красных, четыре белых, причем пять шаров имеют номера.  $A$  – появление красного шара при

одном извлечении,  $B$  – появление белого шара,  $C$  – появление шара с номером. События  $A$ ,  $I$ ,  $C$  образуют полную группу совместных событий.

Введем понятие противоположного, или дополнительного, события. Под *противоположным* событием  $A$  понимается событие, которое обязательно должно произойти, если не наступило некоторое событие  $A$ . Противоположные события несовместны и единственно возможны. Они образуют полную группу событий. Например, если партия изготовленных изделий состоит из годных и бракованных, то при извлечении одного изделия оно может оказаться либо годным — событие  $A$ , либо бракованным — событие  $\bar{A}$ .

*Вероятностью* события  $A$  ( $P(A)$ ) называют отношение числа благоприятствующих этому событию исходов ( $m$ ) к общему числу всех равновозможных и несовместных исходов ( $n$ ). Пример: в урне находится 5 белых и 10 черных шаров. Наугад необходимо вынуть 1 шар. Какова вероятность, что вынутый шар окажется белым? Число всех равновозможных исходов будет равно 15 или  $(5+10)$ . Число благоприятствующих исходов, т. е. случаев вынимания белого шара в однократном испытании, равно 5. Следовательно, вероятность вынуть белый шар равна: 5:15 или  $P = 0,33$  или 33%.

Таким образом, вероятность представляет собой число, заключенное между 0 и 1, и может быть выражена либо в долях единицы, либо в процентах от общего числа испытаний. В свете этих представлений достоверным называется событие, вероятность которого равна 1. Если вероятность некоторого события равна 0, то это событие рассматривают как невозможное; если вероятность заключена где-то между 0 и 1 – как случайное. Случайное событие, вероятность которого близка к 0, но нулю не равняется, принято считать малодостоверным (практически невозможным, маловероятным), и наоборот, если вероятность случайного события приближается к 1, но единице не равняется, то говорят о практически достоверном событии.

Для количественного сравнения событий по степени возможности их появления вводится числовая мера, которая называется вероятностью события.

Вероятностью события называется число, являющееся выражением меры объективной возможности появления события.

Вероятность события  $A$  будем обозначать символом  $P(A)$ .

Вероятность события А равна отношению числа случаев  $m$ , благоприятствующих ему, из общего числа  $n$  единственно возможных, равновозможных и несовместных случаев к числу  $n$ , т. е.

$$P(A) = \frac{m}{n} \quad (1)$$

Таким образом, для нахождения вероятности события необходимо, рассмотрев различные исходы испытания, найти совокупность единственно возможных, равновозможных и несовместных случаев, подсчитать общее их число  $n$ , число случаев  $m$ , благоприятствующих данному событию, и затем выполнить расчет по представленной формуле.

### Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию событий.
2. Что понимается под вероятностью события?
3. Каким образом выражается вероятность события?
4. Что понимается под малодостоверным событием?
5. Что понимается под практически достоверным событием?

## Занятие 9

### Стандартная ошибка среднего значения

**Цель занятия:** освоить свойства стандартной ошибки и научиться определять стандартную ошибку среднего значения.

Стандартная ошибка среднего значения  $\bar{x}$  (или просто стандартная ошибка) приближенно показывает, насколько ее выборочная средняя (случайная наблюдаемая величина) отличается от среднего генеральной совокупности  $\mu$  (фиксированная неизвестная величина):

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (1)$$

где  $\sigma^2$  – генеральная дисперсия, случайной величины  
 $n$  – размер выборки.

Стандартная ошибка уменьшается с увеличением размера выборки  $n$  (при прочих равных условиях), отражая тот факт, что большая по

размеру выборка содержит больше информации и таким образом достигается большая точность.

Для наглядности изобразим на одной диаграмме график нормально распределенной переменной со средней равной 10, сигмой – 3, и второй график – распределение средней арифметической этой же переменной, полученной по 16-ти наблюдениям (которое также будет нормальным) (рис. 1).

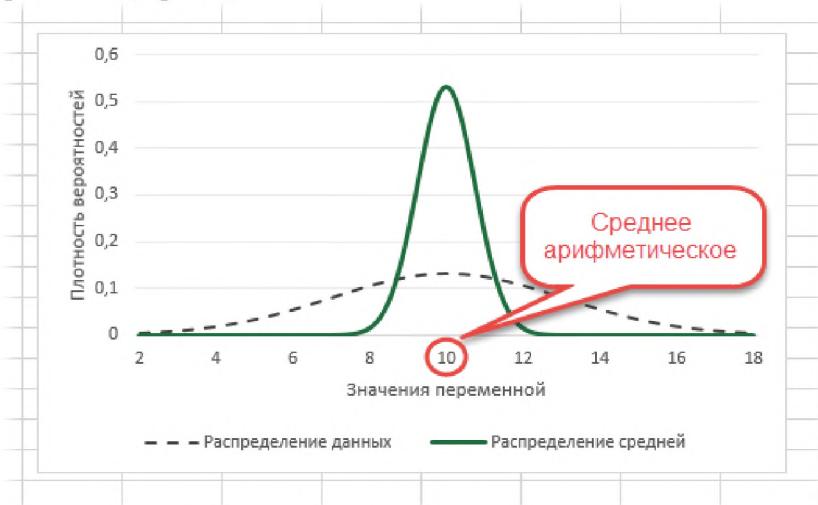


Рис. 1 – График нормально распределенной переменной

Судя по формуле, разброс стандартной ошибки средней должен быть в 4 раза (корень из 16) меньше, чем разброс исходных данных, что и видно на рисунке выше. Чем больше наблюдений, тем меньше разброс среднего.

Казалось бы, что для получения наиболее точной средней достаточно использовать максимально большую выборку и тогда стандартная ошибка средней будет стремиться к нулю, а сама средняя, соответственно, к математическому ожиданию. Однако квадратный корень объема выборки в знаменателе говорит о том, что связь между точностью выборочной средней и размером выборки не является линейной. Например, увеличение выборки с 20-ти до 50-ти наблюдений, то есть на 30 значений или в 2,5 раза, уменьшает стандартную ошиб-

ку средней только на 36%, а со 100-а до 130-ти наблюдений (на те же 30 значений), снижает разброс данных лишь на 12%.

Лучше всего изобразить эту мысль в виде графика зависимости стандартной ошибки средней от размера выборки. Пусть стандартное отклонение равно 10 (на форму графика это не влияет) (рис. 2).

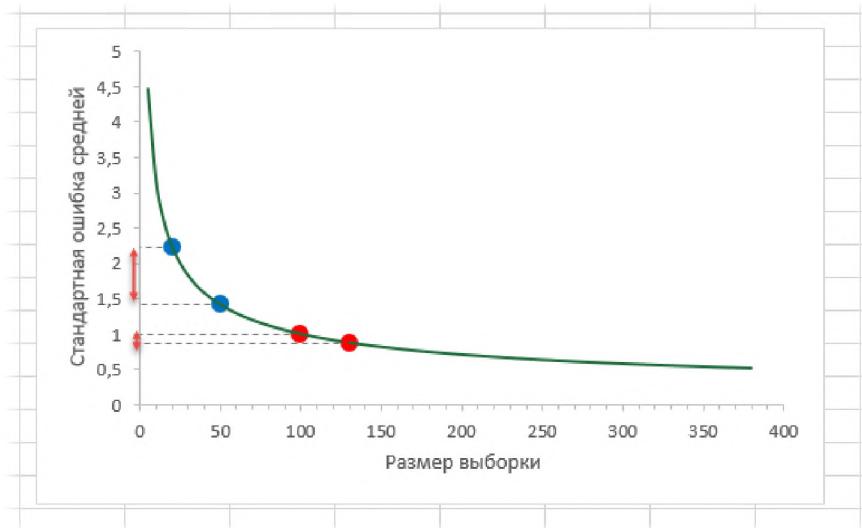


Рис. 2 – График зависимости стандартной ошибки средней от размера выборки

Видно, что примерно после 50-ти значений, уменьшение стандартной ошибки средней резко замедляется, после 100 – наклон постепенно становится почти нулевым.

Таким образом, при достижении некоторого размера выборки ее дальнейшее увеличение уже почти не оказывается на точности средней.

### Контрольные вопросы

1. Что отражает стандартная ошибка среднего значения?
2. По какой формуле определяют стандартную ошибку среднего значения?
3. Какова зависимость стандартной ошибки среднего значения от размера выборки?

## Рекомендуемая литература

1. Кердяшов, Н.Н. Математические методы в биологии [Электронный ресурс] / Н.Н. Кердяшов . — Пенза : РИО ПГАУ, 2017 . — 192 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/579006>.
2. Трофимова, Е.А. Математические методы анализа [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / С.В. Плотников, Д.В. Гилев, Урал. федер. ун-т, Е.А. Трофимова . — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА, 2017 . — 272 с. — ISBN 978-5-9765-3257-1 . — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/622115>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Занятие 1. Классификация изучаемых признаков и их свойства.....	4
Занятие 2. Понятие о генеральной совокупности и выборке.....	6
Занятие 3. Способы отбора выборок.....	8
Занятие 4. Понятие о статистических рядах.....	12
Занятие 5. Способы представления материалов исследований.....	14
Занятие 6. Средние значения величин.....	17
Занятие 7. Показатели изменчивости признака.....	21
Занятие 8. Понятие о вероятности события.....	24
Занятие 9. Стандартная ошибка среднего значения.....	26
Рекомендуемая литература.....	29

Учебное издание

**Земскова Наталья Евгеньевна**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ**

**Методические указания  
для выполнения  
лабораторных работ**

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,74  
Тираж 50. Заказ № 505

Редакционно-издательский центр Самарский ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2  
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47  
Факс 46-6-70  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Зоотехния»

Н. Е. Земскова

**ТЕОРИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**Методические указания для лабораторных работ**

Кинель  
РИО СамГАУ  
2020

УДК 636.082

ББК 45.3

3-55

Земскова, Н. Е.

З 55 «Теория и организация научных исследований в животноводстве» : методические указания / Н. Е. Земскова, – Кинель : РИО СамГАУ / 2020. – 28 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по магистерским программам: «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» и «Разведение, генетика, селекция и воспроизводство сельскохозяйственных животных», «Контроль качества продукции животноводства по технологической схеме производства» и содержат материал по практическому курсу, изучение которого позволит сформировать у обучающихся системы компетенций для решения профессиональных задач по основам проведения научных исследований в животноводстве с последующим применением знаний в повышении производства продуктов животноводства.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Теория и организация научных исследований в животноводстве».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2020  
© Н. Е. Земскова, 2020

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данные методические указания ставят своей **целью** формирование у обучающихся системы компетенций для научно обоснованной техники ведения животноводства.

**Задачи** методических указаний:

- научить методологии научных исследований;
- ознакомить с организацией постановки научных опытов;
- способствовать овладению навыками выполнения научно-исследовательских работ и их апробации;
- обучить методике написания и оформления научных работ магистров.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ОПК-4 (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП) по направлению 36.04.02 «Зоотехния»:

Компетенция ОПК-4 содержит следующие положения:

- способен обосновать и реализовать в профессиональной деятельности современные технологии с использованием приборно-инструментальной базы и использовать основные естественные, биологические и профессиональные понятия, а также методы при решении общепрофессиональных задач.

## Занятие 1.

### Требования к организации научных исследований

**Цель занятия:** научиться составлять проекты свиноводческих комплексов разной мощности с одно- двух- и трехфазной системой содержания.

В соответствии с Положением о научно-исследовательской работе, обучающийся должен получить следующие умения и навыки:

- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;

- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе выполнения научно-исследовательской работы;

- выбирать необходимые методы исследования (модифицировать существующие, разрабатывать новые методы), исходя из задач конкретного исследования (по теме магистерской диссертации или при выполнении заданий научного руководителя в рамках магистерской программы);

- применять современные информационные технологии при проведении научных исследований;

- обрабатывать полученные результаты, анализировать и представлять их в виде законченных научно-исследовательских разработок (отчета по научно-исследовательской работе, тезисов докладов, научной статьи, курсовой работы, магистерской диссертации); оформлять результаты проделанной работы в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе». Структура и правила оформления» и др. нормативных документов с привлечением современных средств редактирования и печати;

Организация научно-исследовательской работы предусматривает следующие этапы выполнения:

1. *Подготовительный* – планирование научно-исследовательской работы, включающее выбор темы и объекта исследования, разработка цели, задач, методик, элементов опыта. После выбора темы и объекта исследования следует разработка структуры научной работы, схемы исследований, методик и составление индивидуального плана работы. Работа по выполнению теоретической части исследования: работа над литературным обзором по выбранной

теме; участие в научно-технических, научно-практических конференциях (с опубликованием тезисов доклада) различного уровня.

2. *Основной* – проведение научно-исследовательской работы, подготовка научных статей, составление и публичная защита отчётов по научно-исследовательской работе. Продолжение работы по выполнению теоретической части исследования: совершенствование литературного обзора; работа по выполнению экспериментальной части исследований, сбор, обработка научной, статистической информации по теме научной работы, анализ результатов, написание введения к работе. Подготовка и публикация научных статей по теме исследований, апробация результатов научной работы на конференциях. Получение документов на объекты интеллектуальной собственности: патентов, авторских свидетельств. Получение индивидуальных грантов по теме исследования, участие в выполнении финансируемых НИР, связанных с темой исследования.

3. *Заключительный* – представление научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации). Работа по подготовке рукописи диссертации заключается в компоновке подготовленных материалов диссертации, сведение их в главы работы; составление списка литературных источников и внесение ссылок на них в текст диссертации; подготовка заключения, выводов и рекомендаций; получение справок о внедрении (практическом использовании основных результатов диссертационной работы); оформление приложений к диссертационной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какие умения и навыки должен получить обучающийся при подготовке научно-исследовательской работы?*
2. *Какие этапы предусматривает организация научно-исследовательской работы?*
3. *Каким образом осуществляется апробация научно-исследовательской работы?*
4. *Укажите цель получения документов на объекты интеллектуальной собственности.*
5. *Раскройте значение практического использования (внедрения) результатов исследований в АПК.*

## Занятие 2. Основные понятия научной терминологии

**Цель занятия:** ознакомиться с научной терминологией для понимания роли и места научных процедур.

В силу особенностей развития европейской науки и стремления ученых к интернационализации терминов большинство научных терминов имеет латинские или греческие корни. Но для того чтобы люди могли понять, что скрывается за термином, или просто перевести его на другой язык, необходимо понять смысл, т.е. ясно выделить суть и предназначение того, что обозначает данный термин. В научных же исследованиях выявление смысла (т.е. сущности и предназначения) является главной задачей. Для этого используются представления, понятия и определения.

Любое исследование подразумевает, что в результате взаимодействия человека с окружающим миром в сознании человека составляется некий мысленный образ, который включает в себя множество черт, особенностей, свойств или признаков.

*Признаком* называют все то, чем предметы могут быть сходны между собой или отличаться друг от друга. В результате человек может выделить данный объект среди других предметов и в случае необходимости может себе его представить.

*Понятие* – это высший уровень обобщения, мысленный образ (форма мысли) предметов и явлений в их наиболее общих и существенных признаках. Именно этим понятие отличается от представления, которое включает в себя множество несущественных признаков.

*Определение*, или *дефиниция* (от лат. *Definitio* – проведение границ, ограничение, от лат. *Finis* – предел, граница). Когда мы слышим незнакомое слово или не знаем каких-то вещей, мы спрашиваем: «Что это такое? Что такое знание? Что такое биология?» В ответ мы получаем (если имеем понятие) не что иное, как определение. Надо отметить, что язык науки – это язык логики, он сущее разговорного языка и не должен допускать многозначности, присущей разговорному языку. Поэтому определение должно словами раскрыть содержание понятия (мысленный образ (форма мысли) предметов и явлений).

*Описание* – это перечисление внешних черт предмета, включающих как существенные, так и несущественные признаки предмета, позволяющие отличить его от других.

*Суждение* – форма мысли, в которой что-либо утверждается или отрицается о существовании предметов и явлений, что впоследствии позволяет определить перспективу дальнейших исследований.

*Объект* – это то, на что направлена предметно-практическая и познавательная деятельность.

Так, если в качестве объекта исследования выделить пчеловодство, то предметом исследования может быть, например, медоносная пчела (существенный признак).

*Предмет* – это те или иные стороны, свойства, характеристики объекта, которые представляют научный интерес в связи с решаемой проблемой.

*Аспект* – точка зрения, определенное понимание чего-нибудь. Например: изучение морфологии медоносной пчелы в антропогенном аспекте.

*Научные факты*. Отправной точкой научного исследования является обнаружение и накопление фактов. Обычно факт – это событие, которое уже произошло, или выражение, которое обычно считается истинным независимо от того, согласны ли все с его истинностью или нет.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем научная терминология отличается от обывательской?
2. Раскройте содержание основных общенаучных терминов.

## **Занятие 3.**

### **Уровни и процедуры научного исследования**

**Цель занятия:** освоить уровни и процедуры научного исследования.

Выделяют следующие уровни научного исследования:

- *теоретический* – научные методы исследования (познания): формализация, аксиоматический метод, гипотетико-дедуктивный метод;
- *эмпирический* – научные методы исследования: наблюдение, эксперимент, аналогия (сравнение), моделирование.

Теоретический уровень исследования связан с глубоким анализом фактов, проникновением в сущность исследуемых явлений, с знанием и формулированием в качественной и количественной форме законов, то есть с объяснением явлений. Далее на этом этапе осуществляется прогнозирование возможных событий или изменений в изучаемых явлениях, вырабатываются принципы действия и рекомендации о практическом воздействии на эти явления.

Эмпирический уровень исследования связан с получением и первичной обработкой исходного фактического материала. Эмпирический этап состоит из двух стадий работы: первая – процесс добывания, получения и фиксации фактов; вторая – первичная обработка и оценка фактов в их взаимосвязи, т.е. включает в себя: осмысление и строгое описание добытых фактов в терминах научного языка; классификация фактов и выявление основных зависимостей между ними. В ходе этого этапа исследователь осуществляет критическую оценку и проверку каждого факта, очищая его от случайных и несущественных деталей; описание каждого факта научным языком; отбор из всех фактов типичных, наиболее повторяющихся и выражающих основные тенденции развития; классификацию фактов по видам изучаемых явлений, по их существенности, приводит их в систему; вскрывает наиболее очевидные связи между отобранными фактами, т.е. на эмпирическом уровне исследует закономерности, которые характеризуют изучаемые явления.

Процедуры научного исследования состоят из следующих этапов. Первый этап – это выдвижение гипотез, то есть утверждений, описывающих те или иные взаимосвязи между двумя или несколькими явлениями или понятиями, которые могут быть проверены.

Второй этап следует после выдвижения гипотезы – этап планирования конкретного исследования, то есть создание условий для того, чтобы проверить правомерность гипотезы.

Третий этап – проведение исследования, после которого осуществляется интерпретация результатов, опровержения или принятия гипотезы, если она оказывается подкрепленной соответствующими эмпирическими данными. Если гипотеза опровергается, формулируется новая. Эта схема свидетельствует о том, что в структуре научного исследования содержание научного знания является величиной переменной, а метод представляет константу.

## **Контрольные вопросы**

- 1. В чем заключаются уровни научного исследования?*
- 2. Каковы основные процедуры научного исследования?*

## **Занятие 4**

### **Выбор направления научного исследования**

**Цель занятия:** ознакомиться с видами направлений научных исследований и принципами их направленности.

По целевому назначению выделяют три вида научных исследований: фундаментальные, прикладные и разработки.

*Фундаментальные исследования* направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Их целью является расширение научного знания общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности.

*Прикладные исследования* направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Их цель – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека. В результате прикладных исследований на основе научных понятий создаются технические понятия. Прикладные исследования, в свою очередь, подразделяются на поисковые, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

*Поисковые исследования* направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предложенных в результате фундаментальных исследований. В результате научно-исследовательских работ создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п.

Целью опытно-конструкторских работ является подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции. В результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация. Це-

ленаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называется разработкой. Она направлена на создание новой техники, материалов, технологии или совершенствование существующих. Конечной целью разработки является подготовка материалов прикладных исследований к внедрению.

Каждую научно-исследовательскую работу можно отнести к определенному направлению.

*Под научным направлением* понимается наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования. В связи с этим различают: техническое, биологическое, социальное, физико-техническое, историческое и т.п. направления с возможной последующей детализацией.

Основой научного направления является специальная наука или ряд специальных наук, входящих в ту или иную научную отрасль, а также специальные методы исследования и технические устройства.

Структурными единицами научного направления являются комплексные проблемы, проблемы, темы и научные вопросы.

*Комплексная проблема* представляет собой совокупность проблем, объединенных единой целью.

*Проблема* – это совокупность сложных теоретических и практических задач, решения которых назрели в обществе.

*Тема научного исследования* является составной частью проблемы. В результате исследований по теме получают ответы на определенный круг научных вопросов, охватывающих часть проблемы.

Обобщение результатов ответов по комплексу тем может дать решение научной проблемы.

*Под научными вопросами* обычно понимаются мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной теме научного исследования.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются отличия каждого вида научных исследований?
2. Что понимается под научным направлением?
3. Каковы структурные единицы научного направления?

## **Занятие 5**

### **Порядок выполнения научно-исследовательских работ**

**Цель занятия:** научиться последовательности выполнения научно-исследовательской работы.

Научно-исследовательская работа выполняется в определенной последовательности.

Вначале формулируется сама тема в результате общего ознакомления с проблемой, в рамках которой предстоит выполнить исследование и разрабатывается основной исходный предплановый документ – технико-экономическое обоснование (ТЭО) темы. При этом указываются причины разработки (ее обоснование), приводится краткий литературный обзор, в котором описываются уже достигнутый уровень исследований и ранее полученные результаты. Особое внимание уделяется еще не решенным вопросам, обоснованию, актуальности и значимости работы для отрасли и народного хозяйства страны. Такой обзор позволяет наметить методы решения, задачи и этапы исследования, определить конечную цель выполнения темы. Сюда входят патентная проработка темы и определение целесообразности закупки лицензий.

Перед организацией экспериментальных исследований разрабатываются задачи, выбираются методика и программы эксперимента. Его эффективность существенно зависит от выбора средств измерений. При решении этих задач необходимо руководствоваться инструкциями и ГОСТами.

Принимаемые методические решения формулируются в виде методических указаний на проведение эксперимента.

После разработки методик исследования составляется рабочий план, в котором указываются объем экспериментальных работ, методы, техника, трудоемкость и сроки.

После завершения теоретических и экспериментальных исследований проводится общий анализ полученных результатов, осуществляется сопоставление гипотезы с результатами эксперимента. В результате анализа расхождений уточняются теоретические модели. В случае необходимости проводятся дополнительные эксперименты. Затем формулируются научные, хозяйствственные или производственные выводы и оформляется научно-исследовательская работа.

Одним из широко распространенных и важных видов непубликуемых научных документов является отчет о НИР. Отчет содержит

подробную информацию о существе проведенного исследования, дает исчерпывающую характеристику объекта исследования, описывает методику и ход исследования, включает подробный и тщательный анализ полученных результатов и полученные выводы. Назначение этого документа – исчерпывающее осветить выполненную работу по её завершению или за определенный промежуток времени. Структура отчета включает набор обязательных и факультативных частей. Обязательными структурными частями отчета являются: титульный лист; реферат; введение; основная часть; заключение; список использованных источников.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Какова последовательность выполнения научно-исследовательской работы?*
- 2. Охарактеризуйте этапы выполнения научно-исследовательской работы.*

## **Занятие 6**

### **Общие правила написания научной работы**

**Цель занятия:** ознакомиться с правилами написания научной работы.

Работа над рукописью научного произведения (тезисы доклада, доклад, научное сообщение, журнальная статья и т.д.) проходит ряд последовательных стадий оформления: накопление информации; систематизация и обобщение первичных материалов; подготовка чернового варианта рукописи; редактирование; отбор и оформление таблиц, схем, рисунков; подготовка белового варианта; консультации по материалу со специалистами; оформление окончательного варианта рукописи произведения.

При изложении научной работы выбирают формы изложения. Наиболее часто используют следующие формы изложения: строго последовательное; целостное; выборочное; этюдное; раздельное.

Строго последовательное изложение рукописного материала предполагает освещение замыслов и идей в том порядке, какой автор установил для себя по избранной композиции научного произведения, без предварительной редакции. Целостное изложение представляет подготовку научного произведения в самом общем виде, без отдельки и отшлифовки деталей. Выборочное изложение осуществляется

по мере накопления материалов, то есть отдельными не увязанными между собой разделам, что иногда приводит к возникновению повторений. Этюдное изложение предполагает оформление сначала Грубых набросков, затем черновика рукописи для обсуждения в кругу специалистов, и, наконец, доведение ее до белового варианта.

Раздельное изложение применяется при работе небольшого научного коллектива. В этом случае каждый исполнитель готовит свою часть работы, а один из авторов обобщает произведение в целом.

В научных работах значительное место занимают графические материалы, то есть рисунки и изображения или, как еще принято их называть, векторные и растровые изображения. Рисунки (векторные изображения) состоят из линий различной формы (прямые, кривые) и геометрических фигур. Простейшие средства для их создания имеются в самом процессоре Word. Для создания более сложных рисунков используются специальные программы типа Adobe Illustrator и Corel Draw. Изображения – это растровые объекты, они состоят из точек (пикселей). Параметры каждой точки (координаты, интенсивность, цвет) описываются в файле. Растровые изображения обычно используются для фотографий и фоновых изображений. Текстовый процессор Word не имеет средств для создания растровых изображений. Они вставляются как внешние объекты из файла, подготовленного другими средствами (графическим редактором, с помощью сканера, цифровой камеры, графического планшета). Самыми распространенными программами для создания растровой графики являются Adobe Photoshop и Corel PHOTO-PAINT. Возможна также загрузка любой графики, встречающейся на Web-странице.

### **Контрольные вопросы**

1. *Перечислите стадии оформления научного произведения.*
2. *Чем представлены формы изложения рукописи?*
3. *Каковы правила оформления графического материала?*

## **Занятие 7**

### **Формы научной работы**

**Цель занятия:** ознакомиться с особенностями форм научной работы.

Одной из форм научной работы являются всероссийские конкурсы на лучшую *научную работу* студентов. К ним предъявляются в основном такие же требования, как и к отчету о научно-исследовательской работе. Главы обычно являются основой рубрикации научной работы. Основными элементами работы, оформляемой на смотр-конкурс являются: титульный лист; аннотация; отзыв руководителя; содержание работы; введение; аналитический обзор литературы; материалы и методы исследований; заключение; выводы и предложения, список литературы.

*Курсовая работа* является начальной формой научно-исследовательской работы. Она готовит студента к выполнению более важной по своему значению дипломной работы, а также может служить основанием для выступления с докладом на научной студенческой конференции. Цель курсовой работы не только закрепление и углубление знаний по курсу, но и формирование навыков исследования и самостоятельного изложения наиболее важных проблем дисциплины. Курсовая работа, как правило, состоит из введения, теоретической части, специальных вопросов и заключения.

*Дипломная работа* представляет собой самостоятельное научное исследование студента, позволяющее наиболее полно раскрыть полученные им в процессе обучения знания и умения, применить их для решения практических задач. Структурными элементами дипломной работы являются: титульный лист; задание на выполнение дипломной работы; реферат; содержание; введение; основная часть; заключение; список литературы; приложения.

Основными требованиями, предъявляемыми к дипломной работе, являются: глубокая теоретическая проработка исследуемых проблем; всестороннее использование данных; умелая систематизация цифровых данных в виде таблиц и графиков с необходимым анализом и выявлением тенденций в развитии экономического субъекта; критический анализ фактических материалов; аргументированность выводов и обоснованность предложений.

Выполнение дипломной работы может стать началом для научной деятельности – написания магистерской или кандидатской диссертации.

*Диссертация* – научное произведение, выполненное в форме рукописи, научного доклада, опубликованной монографии или учебни-

ка. Служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно-практический уровень исследования, представленного на соискание ученой степени (магистра, кандидата наук, доктора наук). В частности, диссертация на соискание ученой степени кандидата наук является научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно или под руководством ученого, содержащая решение части или отдельных вопросов крупной научной или научно-технической проблемы.

*Краткое сообщение* – научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской работы. Назначение такого документа – оперативно сообщить о результатах выполненной работы на любом её этапе.

*Научный доклад* – научный документ, содержащий изложение результатов научно-исследовательской работы, опубликованной в печати или прочитанной в аудитории. Доклад может содержать обоснованные, доказанные, апробированные сведения или вопросы и предложения постановочного характера.

*Обзор* – научный документ, содержащий систематизированные научные данные по какой-либо теме, полученные в итоге анализа первоисточников. Знакомит с современным состоянием научной проблемы и перспективами её развития.

*Учебник* или *учебное пособие* представляет изложение современных научных данных, теорий, относящихся к определенной отрасли знаний (учебной дисциплине), предусмотренных для описания соответствующими программами обучения. Учебник представляет научную ценность, если автор приводит в нем результаты собственных исследований или коллектива ученых, а также последние достижения науки. Важно, если в учебнике формулируются важнейшие проблемы теории и практики, актуальность решения которых велика в современный момент.

### **Контрольные вопросы**

1. *Перечислите формы научной работы. Каковы их общие черты?*
2. *Охарактеризуйте каждую из форм научной работы.*

## **Занятие 8**

### **Организация работы с научной литературой и источниками**

**Цель занятия:** ознакомиться с видами научной литературы и источников и организацией работы с ними.

Структурной единицей, характеризующей информационные ресурсы и информационные продукты является научный документ, под которым понимается материальный объект, содержащий научно-техническую информацию и предназначенный для ее хранения и использования.

В зависимости от способа предоставления информации различают документы: текстовые (книги, журналы, отчеты и др.); графические (чертежи, схемы, диаграммы); аудиовизуальные и компьютерные (звуко-, кино-, видеозаписи на дисках и пр.).

Кроме того, документы подразделяются на первичные и вторичные (результаты определенной переработки первичных или сведения о них).

*Первичные документы и издания:* книги – непериодические текстовые издания объемом свыше 48 стр.; брошюры – непериодические текстовые издания объемом 4 - 48 стр.; монографии – книги, содержащие всесторонние исследования одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам; учебные издания – непериодические издания, содержащие систематизированные сведения научного и прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и изучения; периодические издания, т.е. выходящие через определенные промежутки времени: сборники научных трудов институтов, вузов, научных обществ и пр.; нормативно-технические документы: стандарты, инструкции, типовые положения, методические указания и пр.; патентная документация – совокупность документов, содержащих сведения об открытиях, изобретениях и др. видах промышленной собственности.

К основным видам непубликуемых первичных документов относятся: научно-технические отчеты; диссертации; депонируемые рукописи; научные переводы; конструктивная документация; информационные сообщения и др.

*Вторичные документы и издания:* справочные издания, которые содержат результаты теоретических обобщений, различные величины и их значения, материалы производственного характера. В обзорных изданиях содержится концентрированная информация, полученная в результате отбора, систематизации и логического обобщения сведе-

ний из большого количества первоисточников по определенной теме за определенный промежуток времени; реферативные издания, которые содержат сокращенное изложение первичного документа или его части с основными фактическими сведениями и выводами; библиографические указатели, которые являются изданиями книжного или журнального типа, содержащими библиографические описания вышедших изданий.

Вторичные непубликуемые документы: регистрационные и информационные карты; учетные карточки диссертаций; указатели депонированных рукописей и переводов; картотека конструкторской документации; информационные сообщения.

Процесс ознакомления с литературными источниками по интересующей проблематике необходимо начинать с ознакомления со справочной литературой. Затем просматриваются учетно-регистрационные издания органов НТИ (РИНИТИ, РНТИЦ, РКП, ГПИТБ и др.) и библиографические указатели фундаментальных библиотек.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Каковы способы классификации документальных литературных источников?*
- 2. Укажите публикуемые и непубликуемые документы.*

## **Занятие 9**

### **Основные положения подготовки докладов, статей, тезисов**

**Цель занятия:** приобрести навыки подготовки научных докладов, статей и тезисов.

*Доклад* – это публичное сообщение на определенную тему, способствующее формированию навыков исследовательской работы, расширяющее познавательный интерес. Работа над докладом состоит из следующих этапов: составление плана работы; систематизации полученных сведений; составление выводов и обобщений. Доклад может быть представлен в устной и письменной форме.

*Письменный доклад* – это запись устного сообщения по какой-либо теме объемом от пяти до пятнадцати страниц. В таком докладе не обязательно: выделять структурные элементы работы в виде пла-

на; выделять заголовки внутри текста; ссылаться на использованную литературу по ходу текста. Но обязательно следует приводить список всех используемых источников в конце работы. При подготовке доклада целесообразно соблюдать следующий порядок работы:

1. Подобрать литературу по изучаемой теме, познакомиться с её содержанием.
2. Пользуясь закладками, отметить наиболее существенные места или сделать выписки.
3. Составить план доклада.
4. Используя рекомендации по составлению тематического конспекта и составленный план, написать доклад, в заключение которого обязательно выразить своё отношение к излагаемой теме и её содержанию.
5. Прочитать текст и редактировать его.
6. Оформить в соответствии с требованиями к оформлению докладов.

Критерии оценки подготовки доклада: полнота и качественность информации по заданной теме; свободное владение материалом доклада; логичность и четкость изложения материала; наличие и качество презентационного материала.

#### *Подготовка устного доклада (сообщения).*

Работу по подготовке устного выступления можно разделить на два основных этапа: докоммуникативный (подготовка выступления) и коммуникативный этап (взаимодействие с аудиторией).

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы. Лучше всего тему сформулировать таким образом, чтобы ее первое слово обозначало наименование полученного в ходе выполнения проекта научного результата (например, «Технология изготовления...», «Модель развития...», «Система управления...» и пр.). Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

*Научная статья* – это логически завершенное исследование какой-либо проблемы, осуществленное посредством применения научного метода. Цель научной статьи – познакомить научное сообщество с результатами исследования автора, обозначить его приоритет в избранной области науки. Структура рукописи статьи включает в себя:

заголовок, преамбулу, основную часть, заключение, список использованной литературы. Заголовок должен соответствовать содержанию статьи, а также цели её написания. В преамбуле следует чётко сформулировать цель работы, её задачи и используемый исследовательский инструмент. В основной части показаны факты, обнаруженные исследователем. В заключении сообщается то новое, что известно пока только автору.

*Тезисы* – это обычно приведённые в аннотации кратко сформулированные основные положения, главные мысли научного труда, статьи, доклада, курсовой или дипломной работы и т. д.

### **Контрольные вопросы**

- 1. В чем заключаются отличия доклада от статьи и тезиса?*
- 2. Какие бывают формы изложения докладов?*

## **Занятие 10**

### **Основные положения подготовки научных статей**

**Цель занятия:** приобрести навыки подготовки научных статей.

Научная статья состоит из следующих основных частей: название статьи (заголовок), аннотация, ключевые слова, введение, основная часть, заключение (выводы, анализ, обобщение, критика), список литературы.

Заголовок статьи должен выполнять две задачи: отражать содержание статьи и привлекать интерес читателей. Так же, как и сам текст статьи, заголовок пишется в научном стиле и максимально корректно отражает ее содержание. Длина заголовка статьи не должна превышать 10-12 слов.

*Аннотация.* За заголовком следует аннотация – сжатая характеристика статьи. В аннотации кратко освещается научная проблема, цели и основные авторские выводы в сокращенной форме.

*Ключевые слова* – своего рода поисковый ключ к статье. Библиографические базы данных обеспечивают поиск по ключевым словам.

Ключевые слова могут отражать основные положения, результаты, термины.

*Введение.* Во введении следует познакомить с объектом и предметом исследования, изложить используемые методы исследования (оборудование, параметры измерений и т. д.), сформулировать гипотезу.

*Основная часть* – самый обширный и важный раздел научной статьи. В ней поэтапно раскрывается процесс исследования, излагаются рассуждения, которые позволили сделать выводы.

*Выводы.* В этом разделе в тезисной форме публикуются основные достижения автора.

*Список литературы.* В этом разделе приведены ссылки на цитируемые или упоминаемые в тексте статьи работы.

Для научной статьи характерно наличие большого количества фактов и доказательств и отсутствие неясностей и разнотечений. Неуместно в тексте научной статьи выражать какие-либо эмоции.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Из каких частей состоит научная статья?*
- 2. Каковы задачи каждой части статьи?*

## **Занятие 11**

### **Основные положения подготовки выступлений с научными сообщениями**

**Цель занятия:** научиться выстраивать план выступлений с научными сообщениями.

Выступление с докладом обеспечивает возможность апробирования результатов научного исследования в мнениях других лиц, проверить сделанные выводы через оценки различных специалистов, преодолеть сомнения и разногласия. Выступление должно строиться по плану, который предусматривает перечень основных элементов речи согласно традиционной композиции: вступление, главная часть, заключение. При этом следует располагать материал выступления согласно следующим принципам: последовательности (каждая мысль (фраза) должна вытекать из предшествующей); усиления (необходимо

наращивать воздействие от начала речи к концу, что достигается расположением материала по возрастанию значимости); органического единства (необходимо обеспечить соответствие основной мысли (тезиса) теме выступления); экономии (краткость, точность, ясность, отсутствие излишеств, минимальное количество аргументов, примеров и т.д.).

Для того, чтобы выступление было воспринято и понято слушателями необходимо соблюдать следующее: контролировать время выступления; иметь подробный план текста выступления; использовать визуальный материал. К наиболее часто встречающимся недостаткам в выступлениях относятся следующие: отсутствие вступления, резкое вхождение в тему и тоскливо однобразие изложения; неясность и нечеткость переходов от мысли к мысли, что лишает изложение плавности и текучести; нарушение пропорций между частями; однообразие вариантов изложения вопросов; преобладание теоретических рассуждений и отсутствие эмоциональных разрядок; отсутствие связки конца с началом в заключении.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Из каких элементов состоит доклад выступающего?*
- 2. Каким правилам нужно следовать, чтобы выступление было воспринято и понято слушателями?*

## **Занятие 12**

### **Статистическая обработка результатов исследований**

**Цель занятия:** рассмотреть основные группы статистических методов обработки данных.

Одним из основных подходов к обоснованию результатов исследований и последующему принятию решений является статистический, основанный на использовании статистических методов и приемов анализа.

Статистические методы обработки данных можно разделить на следующие группы:

1. По способу получения экспериментальных данных: а) активный эксперимент; б) пассивный эксперимент (выборочное или сплошное наблюдение).

2. По цели обработки данных: а) описательные (получение и сравнение числовых характеристик экспериментальных данных) – анализ вариационных рядов, выборочный метод, определение основных характеристик средней величины и другие; б) аналитические (количественная оценка и анализ зависимостей, описывающих изучаемые объекты (процессы) – корреляционный, регрессионный анализ, анализ рядов динамики и другие).

Значимость статистических методов обработки определяется как самим характером современных исследований, так и естественными свойствами объектов изучения. Основной метод современной биологии – количественный. Качественная интерпретация изучаемых явлений и процессов давно перестала быть достаточным и надежным инструментом для подтверждения или опровержения выдвигаемых гипотез, доказательства теоретических положений, установления причинно-следственных зависимостей, определения влияния факторов среди на свойства живых систем.

Большинство современных биологических исследований имеет дело с «лавиной» чисел, через которые выражаются данные о размерах, весе, возрасте, численности, биомассе, плодовитости организмов, продуктивности экосистем, урожайности сортов, концентрации веществ, соотношении между признаками, дозами факторов, различными количественными показателями и числовыми характеристиками. На этот кажущийся первоначально хаотичным набор первичной числовой информации накладываются свойства самих объектов изучения, усиливающие разброс данных, в частности широкая изменчивость живых систем.

Современные математические методы оказываются столь полезными при обработке численных данных в биологии именно потому, что они основаны на признании изменчивости и обладают мощными средствами её учета. В итоге, в кажущемся хаосе полученных цифр вдруг открываются конкретные закономерности, которые требуют объективной оценки.

Подтверждение существования закономерного в видимом хаосе изменчивости достигается посредством использования методов статистического анализа. Применение прикладных методов статистики к сложным живым системам способствовало появлению нового направления в биологических науках и математике, которое получило

название «биометрия». Кроме данного общепризнанного термина, использовались и используются другие – биометрика, вариационная статистика, биологическая статистика, биоматематика, в последнее время – компьютерная биометрия. Однако какие бы термины ни применялись, суть данного научного направления остается фактически одной и той же – статистическая, математическая обработка результатов наблюдений и экспериментов в биологических науках, с целью отделения закономерного от случайного, оценки разнообразных связей и зависимостей между биологическими явлениями, поиска причин, определения влияния фактора и т. д.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Какова роль статистических методов обработки экспериментальных данных в научном исследовании?*
- 2. На какие группы можно разделить статистические методы обработки данных?*

## **Занятие 13**

### **Методика написания научно-исследовательского отчета**

**Цель занятия:** изучить методику написания научно-исследовательского отчета.

Все научные исследования подлежат государственной регистрации. Сведения о проведении научно-исследовательских работ (НИР) подаются два раза: в начале работ и по их завершению. Отчет о НИР – это научно-технический документ, завершающий исследовательские работы и описывающий их содержание, процесс выполнения и итоговые результаты.

Отчет о научно-исследовательских работах выполняется в соответствии с ГОСТом 7.32.-2001. При написании отчета о НИР важно сохранять логику и порядок изложения – только аргументированные утверждения, исключающие возможность спорного толкования отчета.

Структура отчета о НИР по ГОСТу должна быть представлена следующими обязательными разделами: титульный лист; список исполнителей; реферат; введение; основная часть; заключение.

*Титульный лист* – лицевая страница отчета, выполняющая несколько важных функций. Информация, приводимая на титульном листе, нужна для корректной каталогизации и систематизации отчетных сведений. Кроме наименования исследования, в титул заносятся данные об исполнителе, классификационные коды и номера, даты, поля для подписей и другая информация.

*Реферативная часть*. В ней кратко излагаются все существенные положения и содержательные элементы документа – от методологии до итоговых результатов и рекомендаций. Также в реферате перечисляются ключевые слова текста.

*Содержание* – следующая страница после реферата, которая должна присутствовать в любом отчете, если его объем больше десяти страниц. На каждую отдельную часть отчета составляется свое содержание.

*Определения, обозначения и сокращения* – эти элементы могут быть объединены в один раздел или приводиться отдельно.

*Введение* – описывает проблематику и обоснованность исследования, поставленные цели и задачи. Также в этой части перечисляются все этапы проведенных работ и составленные к ним отчеты.

*Основная часть* отчета отражает сущность проведенных работ, использованные методы исследования и итоговые результаты. Приводится теоретическое описание направлений работ, экспериментальные и статистические данные, характеристики разработок, оценка эффективности и производительности.

*Заключение* сжато описывает насколько были выполнены поставленные задачи, какие достигнуты результаты, успешность их применения и рекомендации к ним.

*Список использованных источников* – это хорошо известная часть любой научной работы. На написание этого раздела распространяется действие ГОСТа 7.1-2003.

*Приложения* содержат все материалы исследования, которые исполнитель посчитал нужным не включать в другие разделы. Это могут быть таблицы, расчеты, иллюстрации, протоколы, методики и прочие данные.

### **Контрольные вопросы**

1. *Что представляет собой отчет о НИР?*
2. *Какие структурные элементы должен содержать отчет о НИР?*

## Занятие 14

### Методика написания магистерской диссертации

**Цель занятия:** освоить методику написания магистерской диссертации.

После завершения обучения в магистратуре, задача каждого магистранта выполнить научно-исследовательскую работу, которая отражает высокий уровень выпускника и его готовность к научной и преподавательской деятельности. Такое исследование называется «магистерская диссертация» и выполняется только по определенным правилам.

Требования, которые необходимо учесть, занимаясь написанием такого документа включают следующие пункты:

- актуальность тематики – тема, выбранная для выполнения исследования, должна быть важной для современной науки;
- уникальность текста – важно, чтобы магистерская работа имела оригинальный текст – не менее 70%;
- наличие всех необходимых структурных элементов – исследование должно иметь определенную структуру и состоять из нескольких частей;
- научная новизна – магистерская работа будет интересна ученым только в том случае, если в ней присутствует данный параметр;

Оформление работы должно осуществляться по ГОСТ, который регламентирует основные правила написания исследовательского труда, касающиеся шрифта, полей, рисунков. Кроме того, магистерская работа должна быть написана научным языком и в соответствие с паспортом специальности.

Для того, чтобы понять, как пишутся магистерские работы, необходимо рассмотреть подробно все их обязательные компоненты.

Итак, любая магистерская диссертация должна состоять из: титульного листа; автореферата; оглавления; вводной части; основной части, состоящей из введения, основного текста и заключения с выводами; перечень сокращений, аббревиатур, условных обозначений; использованных терминов; списка использованной литературы; перечня иллюстративного материала; иных приложений.

Титульный лист. Титульный лист является первой страницей любого исследовательского труда и содержит в себе информацию об

учебном заведении, кафедре, теме, фамилии и инициалов диссертанта, его научного руководителя и рецензента, их учёные степени, город и год выполнения.

**Аннотация.** Реферат представляет собой краткое изложение материала, представленного в диссертационном труде и располагается на второй странице работы.

**Оглавление.** Содержание является третьей страницей диссертации и является перечнем всех структурных элементов научного труда, кроме титульного листа – частей, глав, параграфов.

**Вводная часть (введение).** Эта часть имеет объём от 1 до 3 страниц и содержит в себе цели, задачи, которые ставит автор перед выполнением исследования.

**Основной раздел.** Текст этой части и представляет собой само исследование. Сначала соискатель должен показать теоретические аспекты вопроса, а затем – приступить к выполнению практической части. При обычных условиях, основной раздел исследовательского труда состоит из нескольких глав, которые поделены на разделы и подразделы. Основной раздел магистерской диссертации должен быть больше  $\frac{2}{3}$  общей величины без приложений. Объём таблиц и иллюстраций должен быть меньше объёма текста. Каждый раздел должен содержать краткое обобщение (не больше двух предложений).

**Заключительная часть.** В этом разделе диссертационного исследования должны быть представлены выводы по основной части. Кроме того, здесь же автор должен ответить на вопросы: «достигнуты ли цель, поставленная в начале?» и «как можно использовать полученные результаты на практике?».

**Перечень используемых источников.** Этот раздел представляет собой список статей из журналов (отечественных и зарубежных), справочников, научных пособий и других литературных источников.

### **Контрольные вопросы**

1. *Что представляет собой магистерская диссертация?*
2. *Каким требованиям должна соответствовать магистерская диссертация?*
3. *Чем представлен основной раздел диссертации?*
4. *Что включает в себя заключительная часть диссертации?*

## **Рекомендуемая литература**

1. Топурия, Г.М. Методология научных исследований в животноводстве. [Электронный ресурс] / Г.М. Топурия – Оренбург : ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный аграрный университет, 2011 – 247 с. – ISBN 978-5-88838-635-4 – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/297912>.

2. Ухтроверов, А.М. Планирование и организация научных исследований в животноводстве : методические указания для практических занятий [Электронный ресурс] / Ухтроверов А.М. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016 – 50 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/573217>.

6.2.2. Шумаев, В.В. Методы научных исследований [Электронный ресурс] / В.В. Шумаев, А.В. Поликанов, А.В. Мачнев, А.А. Орехов, Т.Г. Дорофеева, А.И. Зябиров – Пенза : РИО ПГСХА, 2016 – 246 с. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/565001>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Занятие 1. Требования к организации научных исследований.....	4
Занятие 2. Основные понятия научной терминологии.....	5
Занятие 3. Уровни и процедуры научного исследования.....	7
Занятие 4. Выбор направления научного исследования.....	9
Занятие 5. Порядок выполнения научно-исследовательских работ	10
Занятие 6. Общие правила написания научной работы.....	12
Занятие 7. Формы научной работы.....	13
Занятие 8. Организация работы с научной литературой и источниками.....	15
Занятие 9. Основные положения подготовки докладов, статей, тезисов.....	17
Занятие 10. Основные положения подготовки научных статей.....	19
Занятие 11. Основные положения подготовки выступлений с научными сообщениями.....	20
Занятие 12. Статистическая обработка результатов исследований..	21
Занятие 13. Методика написания научно-исследовательского отчета.....	23
Занятие 14. Методика написания магистерской диссертации.....	25
Рекомендуемая литература.....	27

Учебное издание

**Земскова Наталья Евгеньевна**

**ТЕОРИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**Методические указания  
для выполнения  
лабораторных работ**

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,75  
Тираж 50. Заказ № 504

Редакционно-издательский центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2  
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47  
Факс 46-6-70  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное обра-  
зовательное учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Зоотехния»

**Н. Е. Земскова**

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВИНИНЫ**

**Методические указания  
для лабораторных занятий**

Кинель  
РИО СамГАУ  
2020

УДК 638.1 (075)

ББК 46.91 я 7

3-55

Земская, Н. Е.

3 55 Интенсификация производства свинины: методические указания / Н. Е. Земская, – Кинель : РИО СамГАУ / 2020. – 28 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по магистерской программе: «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства», направлению подготовки: 36.04.02 «Зоотехния» и содержат материал по практическому курсу, изучение которого позволит приобрести определенные знания о развитии свиноводства и достижениях современности в данной отрасли.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Интенсификация производства свинины».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2020  
© Н. Е. Земская, 2020

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данные методические указания ставят своей целью расширить знания обучающихся в области свиноводства, ознакомиться со способами повышения продуктивности свиней путем применения современного оборудования и технических новинок.

**Задачи** методических указаний:

- научить составлению проектов свиноводческих комплексов разной мощности;
- ознакомить с методами разработки проектов модернизации промышленных комплексов по производству свинины;
- способствовать овладению навыками подбора современного оборудования и механизмов для обеспечения оптимального микроклимата помещений;
- изучить прогрессивные системы кормораздачи, навозоудаления, водоснабжения и конструкцию типов станков в производственных помещениях;
- способствовать пониманию роли организационных факторов в повышении производительности труда.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-1 (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП) по направлению 36.04.02 «Зоотехния», содержащей следующие положения:

- способность выбирать и соблюдать режимы содержания животных, составлять рационы кормления, прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных и на этом основании проводить зоотехническую оценку животных.

## Занятие 1.

**Составление проектов свиноводческих комплексов мощностью 12 тыс. гол. в год с однофазной системой содержания, мощностью 16 тыс. гол. в год с двухфазной системой содержания, 18 тыс. гол. в год с трехфазной системой содержания**

**Цель занятия:** научиться составлять проекты свиноводческих комплексов разной мощности с одно- двух- и трехфазной системой содержания.

### **Разработка проектного задания**

Для определения основных технологических параметров работы промышленного свиноводческого предприятия необходимо разработать проектное задание.

1. Специализация и мощность комплекса 12 тыс. гол. откормочного молодняка в год.

2. При *однофазной* системе периоды подсоса, доращивания и откорма совмещены и проводятся в станках для опороса. При *двуухфазной* – периоды подсоса и доращивания проводятся в станках для опороса, а период откорма – в свинарниках-откормочниках. При *трехфазной* системе подсосный период проводится в станках для опороса, доращивание – в помещениях для поросят-отъемышей, откорм – в свинарниках для откорма.

Для лучшего освоения методики приводится пример расчета технологических параметров промышленной свиноводческой фермы мощностью 12 тыс. голов откормочного молодняка в год.

#### **Поголовье свиней различных половозрастных групп**

Для того чтобы снять с откорма 12 тыс. голов свиней, необходимо поставить на откорм 12 тыс. голов + % санитарного брака на откорме. Условно считаем, что в данном хозяйстве он равен 2% (240 гол.). Следовательно, на откорм необходимо поставить:  $1200+240 = 12240$  голов-подсвинков в возрасте 4-х месяцев.

Чтобы поставить 12240 голов подсвинков на откорм, необходимо определить потребное количество поросят в 2-х месячном возрасте, т.е. при постановке на доращивание. Допустим, что норма санитарного брака за период доращивания (2-4 мес.) составит 4% (490 гол.). Следовательно, на доращивание необходимо поставить  $12240+490=12730$  поросят в 2-х месячном возрасте.

Всего получить поросят за год, при санитарном браке за подсосный период 8% – 13748 голов:  $12730+1018 (8 \%)=13748$  голов.

Зная количество поросят при рождении, многоплодие свиноматок и длительность подсосного периода, можно рассчитать требуемое количество свиноматок.

Примем многоплодие свиноматок, равное 9 поросятам, а подсосный период – 45 дням (опоросы равномерные в течение года). Ежемесячно должно быть получено 1145 поросят:  $13748 \text{ гол} : 12 \text{ мес.} = 1145 \text{ гол.}$

Получить опоросов:  $1145 \text{ гол.} : 9 \text{ гол.} = 127 \text{ опоросов.}$

Необходимое количество свиноматок составит:  $13748 \text{ гол.} : 18 \text{ гол.} (2 \text{ опороса} \times 9 \text{ гол.}) = 763 \text{ гол.}$

При примерной структуре стада маток: супоросных – 64 %, подсосных – 23 % и холостых – 13 %. Общее их количество распределится следующим образом: супоросных – 488 голов; подсосных – 175 голов; холостых – 100 голов.

Количество хряков можно определить несколькими способами. Рассмотрим наиболее простой из них.

При нормальных условиях содержания и кормления для хряка считается нормой 10 садок в месяц. В нашем расчёте каждый месяц должно быть плодотворно осеменено 127 свиноматок. Условно примем, что 25% свиноматок прохолостеет. Поэтому каждый месяц необходимо осеменить:  $127 \text{ гол.} + 32 \text{ гол.} (25 \%) = 159 \text{ гол.}$

При двухкратной ручной случке необходимо иметь хряков:  $159 \times 2 / 10 = 32 \text{ гол.}$

При искусственном осеменении:  $159 \times 2 / 10 \times 3 = 11 \text{ гол.}$ , где 10 – режим использования хряков; 3 – степень разбавления спермы.

**Задание 1.** По аналогии составления проекта свиноводческого комплекса мощностью 12 тыс. гол. в год, с однофазной системой содержания, рассчитать поголовье свиней различных половозрастных групп свиноводческих комплексов мощностью 16 тыс. гол. в год с двухфазной системой содержания и 18 тыс. гол. в год с трехфазной системой содержания.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключаются отличия одно-, двух- и трехфазной систем содержания свиней?
2. Как рассчитать необходимое количество поголовья, которое нужно снять с откорма?

## **Занятие 2.**

**Определение потребности в станко-местах промышленных свиноводческих комплексов мощностью 12 тыс. гол. в год, 16 тыс. гол. в год, 18 тыс. гол. в год**

**Цель занятия:** научиться определять потребность в станко-местах промышленных свиноводческих комплексов разной мощности.

### **Потребность в помещениях, секциях, станках**

При строительстве свиноводческих предприятий, распространение получили помещения следующей проектной мощности: на 600, 800 и 1000 голов – места для хряков, холостых и супоросных свиноматок; на 74-76; 80-85; 100, 120, 150, 200 станков для подсосных свиноматок и поросят до 2-х месячного возраста; на 600, 800, 100, 1200, 1500 и 2000 гол./мест для поросят-отъемышей и подсвинков на откорме. В связи с принятой трехфазной системой содержания и небольшой мощностью на данном предприятии целесообразно иметь четыре цеха (для хряков, холостых и супоросных свиноматок, подсосных свиноматок с поросятами-сосунами, доращивания и откорма молодняка свиней).

#### **Цех хряков, холостых и супоросных свиноматок**

В этом цехе согласно расчетам будут содержаться 32 хряка (при ручной случке) или 11 хряков (при искусственном осеменении), 488 супоросных и 100 холостых свиноматок. Всего 620 голов. Помещение на этом участке желательно иметь емкостью 800 голов. 800 гол.

#### **Цех подсосных свиноматок**

На небольших предприятиях промышленного типа с частичной механизацией трудоемких процессов нагрузка на одного оператора составляет 30-40 голов подсосных свиноматок. Допустим, что в данном примере нагрузка на одного оператора составит примерно 40 свиноматок с приплодом.

В предыдущих расчетах нами установлено, что ежемесячно на этом участке будет получено 127 опоросов. При общей занятости станков, равной 2 месяцам (45 дней подсосный период, 15 дней доращивание поросят в станках без маток), общая потребность в станках составит:

$$(127 \text{ гол.} \times 2 \text{ мес.}) = 254 \text{ станка}$$

Учитывая нагрузку на одного оператора (40-60 гол.), выбираем помещение емкостью 80-85 станков. В каждом помещении будут 2 изолированные секции по 42 станка в каждой. А всего помещений необходимо иметь 3 (254 ст.: 85 ст.). Общее количество секций составит 6. В каждой секции будет размещаться одна технологическая группа маток с приплодом.

### **Цех доращивания поросят**

Определим количество подсвинков 2-4-х месячного возраста, одновременно находящихся на доращивании.

Из начальной части расчетов находим, что в течение года на доращивание необходимо поставить 12730 голов, а каждый месяц:

$$12730 \text{ гол.} : 12 \text{ мес.} = 1060 \text{ голов}$$

При 2-х месячной продолжительности доращивания поросят потребность в станко-местах составит:

$$1060 \text{ гол.} \times 2 \text{ мес.} = 2120 \text{ ст/мест.}$$

А помещений требуется – 2 (2120 гол. : 1000 гол.), по 1000 голов в каждом.

### **Цех откорма молодняка свиней**

В течение года на откорм будет поставлено 12240, а в течение каждого месяца – 1020 голов (12240 гол. : 12 мес.). Продолжительность откорма подсвинков при их средней постановочной живой массе одной головы 35 кг, а съемной – 110 кг и среднесуточном приросте, равном 500 г, составит 5 мес.:  $110 \text{ кг} - 35 \text{ кг} = 75 \text{ кг}$ ;  $75 \text{ кг} : 0,5 \text{ кг} = 150$  дней или 5 мес. При такой продолжительности откорма потребуется площадь станков на 5100 (1020 гол.  $\times$  5 мес.), а помещений по 1000 голов в каждом – 5.

### **Ритм производства (шаг ритма)**

Согласно предварительным расчетам количество опоросов за месяц составит 127, а за сутки – 4,2 (127 опоросов:30 дней).

Для заполнения изолированной секции цеха подсосных свиноматок потребуется 10 дней (42:4,2). Таким образом, шаг ритма будет равен 10 дням; в течение каждого 10 дней будет сформирована технологическая группа покрытых свиноматок. В течение года их будет сформировано: (365 дн.:10 дн.)= 36,5

### **Размер технологических групп животных**

Численность технологических групп подсосных свиноматок в одной секции цеха № 2 составит 42 свиноматки, в том числе 12

ремонтных свинок (при 30% выбраковке маток), что составит норму нагрузки на оператора этого цеха. Для выравнивания гнезд поросят под матками, с учетом аварийных и малоплодных опоросов (10%), необходимо передать на опорос 46 маток (42+4), в том числе 14 ремонтных свинок (30%). Количество же слученных свиноматок при их перегулах, равных 25%, составит 58 голов (46+12), в том числе 18 ремонтных свинок. При среднем многоплодии равном 9 головам, от одной технологической группы маток будет получено 378 поросят (42×9). За время подсосного периода отход поросят составит 8%, или 30 голов, и на доращивание будет переведено 348 голов. При переводе на доращивание из 348 голов поросят в 2-х месячном возрасте отбираются 24 ремонтные свинки – в два раза больше, чем будет выбраковано взрослых маток из одной технологической группы полученных от высокопродуктивных родителей. Они должны выращиваться в отдельных секциях или станках по соответствующей технологии. За время доращивания из каждой технологической группы отойдет в среднем 14 голов поросят (4%), при постановке на откорм их количество составит 334 головы, в том числе 23 ремонтные свинки. По окончании откорма из каждой группы будет реализовано на мясокомбинат 307 голов откормленного молодняка свиней (334 гол. – 20 ремонтных свинок – 7 гол. отставших в росте и развитии поросят). Таким образом, в результате перемещения по производственным цехам и помещениям, начиная от случки маток и до реализации откормленного молодняка, животные всех технологических групп будут претерпевать качественные и количественные изменения.

#### **Расчет количества технологических групп животных и секций по цехам**

Количество технологических групп животных и секций в каждом цехе при любой системе содержания животных (однофазная, двухфазная и трехфазная) рассчитывается по формуле:

Занятость секции (помещ.) животными (дн.) + ПР (проф.перерыв) (дн.) (1)  
Шаг ритма (дн.)

Таким образом, при содержании условно и явно супоросных свиноматок в условных секциях в цехе 1-110 дней и продолжительности профилактического разрыва, равного 10 дням, количество групп животных в этом цехе составит:

$$\frac{110 \text{ дней} + 10 \text{ дней}}{10 \text{ дней}}$$

В цехе № 2 (подсосных свиноматок) общая занятость секции животными составит 75 дней (5 дней подготовка к опоросу, 10 дней продолжительность опороса, 45 дней подсосный период, 15 дней до-рашивание поросят в станках маток), а продолжительность профилактического разрыва – 5 дней. В таком случае в этом цехе будет 8 технологических групп животных или 8 изолированных секций:

$$\frac{75 \text{ дней} (5+10+45+15)+10 \text{ дней}}{10 \text{ дней}}$$

В цехе № 3 (доращивание поросят) продолжительность доращивания поросят при удовлетворительном кормлении составит 75 дней, а профилактического разрыва 5 дней. Количество технологических групп животных при этом составит 8:

$$\frac{75 \text{ дней}+10 \text{ дней}}{10 \text{ дней}}$$

В цехе № 4 (откорма) продолжительность откорма исходя из постановочной и съемной живой массы подсвинков, а также их среднесуточного прироста составит 150 дней, а профилактический разрыв – 10 дней. Количество групп составит 16:

$$\frac{150 \text{ дней}+10 \text{ дней}}{10 \text{ дней}}$$

В течение года на данном комплексе будут сформированы и соответственно сняты с откорма при шаге ритма, равном 10 дням, 36,5 технологических групп животных (365 дней: 10 дней = 36,5 группы).

**Задание 1.** Спроектируйте свиноводческий комплекс. Схематично изобразите по одному помещению каждого цеха, указывая число станков и общую их емкость.

**Задание 2.** По аналогии составления проекта свиноводческого комплекса мощностью 12 тыс. гол. в год, с однофазной системой содержания, составить проекты мощностью 16 тыс. гол. в год с двухфазной системой содержания и 18 тыс. гол. в год с трехфазной системой содержания.

### **Контрольные вопросы**

1. *Почему наибольшее распространение получили помещения проектной мощности от 600 голов?*
2. *Опишите формулы расчета количества технологических групп животных и секций по цехам.*

### Занятие 3.

## Разработка проектов модернизации промышленных комплексов по производству свинины

**Цель занятия:** освоить технологию выращивания свиней по многотактовому способу.

Значительные резервы по наращиванию выпуска продукции заложены в модернизации и расширении действующих перспективных свиноводческих ферм.

Предлагается выращивать свиней по многотактовому способу модульной технологии, позволяющему в 2, 3 или 4 раза увеличить производительность свинофермы за счет сокращения длительности опоросно-подсосного периода и производственного ритма и увеличения циклов использования свиноматок.

### Модульные технологии

Предлагается размещать опоросно-подсосные секции в центре модульных участков, по бокам которых размещаются секции для выращивания поросят-отъемышей, к которым в свою очередь примыкают секции для откорма поросят.

В качестве примера рассмотрим 3-фазную бесстессовую технологию содержания всех производственных групп свиней с длительностью подсосного периода в 70 дней и с исходной длительностью периодов выращивания и откорма поросят по 70 дней.

Исходная производительность свинофермы 1009 гол./год. Производственный ритм  $P_o=28$  дней. Размер опоросно-подсосной группы ПМ=8 гол. Репродукторная часть свинофермы условно не рассматривается. По традиционной технологии в начале свинарника размещены опоросно-подсосные секции (одномодульно), затем секции для поросят-отъемышей и откормочных свиней (также одномодульно). Количество групп для станков и свиноматок определяем по формуле 1:

$$N_o = T_{on}/P_o = 70/28 = 2,5 \text{ групп} \quad (1)$$

Количество станков для опоросно-подсосных свиноматок и станков для передержки поросят-сосунов определяем по формуле 2:

$$C_{mo} = N_o \times PM = 2,5 \times 8 \text{ гол.} = 20 \text{ станков} \quad (2)$$

### Одно- и многотактовые технологии

Рабочий диапазон длительности опоросно-подсосного периода составляет от 16-18 до 28-42 дней, поскольку поросята в возрасте 16-

18 дней уже привыкли к кормам, а у подсосных свиноматок после 42 дней значительно снижается производительность лактационного периода. Длительность опоросно-подсосного периода разделим на подсосный до 35 дней и на период передержки поросят-сосунов без свиноматок также до 35 дней. Тогда количество групп свиноматок (или станков для них) определим по формулам (1 и 2): 1,25 и 10 станков.

Количество свиноматок будет в 2 раза меньше – 10 гол, так как опоросно-подсосный период равен 35 дням, а количество станков с учетом станков для передержки поросят будет в 2 раза больше – 20 шт.

Производительность фермы МК составит (формула 3):

$$MK = \frac{ГPM \times KC \times ПГ_y}{P_{on}}, \quad (3)$$

где Г – 365 дн. (в году);

ПМ – подсосные матки, гол.;

КС – коэффициент сохранности (0,9);

ПГ<sub>y</sub> – количество поросят на 1 опорос, гол. (10,6).

$$MK = \frac{365 \times 8 \times 0,9 \times 10,6}{28},$$

МК = 1009 гол./год.

Суммарная длительность в секциях опоросно-подсосных, для выращивания поросят и их откорма составит:

$$T_1 = 70 + 70 + 70 = 210 \text{ дн.}$$

При сокращении опоросно-подсосного периода в  $K_i = 2$  раза длительность его уменьшится также в 2 раза:  $T_{оп1} = 70/2 = 35$  дн. Станков для передержки поросят уже не будет. Производственный ритм также сократим в 2 раза:  $P_1 = P_0 / K_i = 28/2 = 14$  дн.

Количество групп подсосных свиноматок определяем по формуле (1): 2,5 и количество станков для этих свиноматок определим по формуле (2): 20 станков.

Суммарная длительность содержания свиней по сравнению с вариантом 1 уменьшится на 35 дней и составит 175 дней, т. е. всего на 17% или по опоросно-подсосной секции на 50%.

Поскольку величина коэффициента сокращения  $K_i = 2$  также равна количеству модульных участков  $C_i$ , то в каждом из них размещено по 10 свиноматок. Производительность свинофермы определяем по формуле (3): 1990 гол./год.

Таким образом, в одномодульной свиноферме производительностью 1009 гол./год путем деления длительности опоросно-подсонаного периода и производственного ритма на коэффициент  $K_j=2$  увеличили производительность ее до 1990 гол./год (в 2 раза) без увеличения количества станков для опоросно-подсосных свиноматок. Такое одновременное сокращение длительности опоросно-подсосного периода  $T_{оп}/K_j$  и сокращения производственного ритма  $P_j = P_{по}/K_j$  называется тактом  $f = (T_{оп}/K_j; P_{по}/K_j)$ .

На свинофермах с традиционными технологиями увеличение производительности в 2 раза потребовало бы двойного увеличения станков для опоросно-подсосных секций. Это компенсируется увеличением в 2 раза циклов работы опоросно-подсосных секций.

При сокращении производственного ритма еще в  $K_j = 2$  раза сократится длительность опоросно-подсосной секции (17,5 дней) и сократится производственный ритм до 7 дней. Коэффициент сокращения  $K_j$  по величине равен коэффициенту цикличности  $Ц_j$  нахождения свиноматок в опоросно-подсосных секциях.

Количество групп свиноматок определяется по формуле (1) и оно равно 2,5. Количество свиноматок составит 20 гол.

Производительность свинофермы определяется по формуле (3) и составит 3980 гол./год.

Количество циклов  $Ц_j$  работы опоросно-подсосной секции по сравнению с предыдущим вариантом (производительность 1990 гол./год) равен 2 и по сравнению с вариантом 1 (1009 гол./год) – равен 4.

Суммарная длительность содержания свиней по варианту 3 равна  $T_3 = 210 - (70 - 18) = 158$  дн., т.е. меньше на 25%.

### **Преимущества многотактных технологий**

При традиционных одномодульных технологиях содержания свиней в опоросно-подсосных секциях в течение 70 дней для свинофермы производительностью 1009 гол./год требуется 20 станков для опоросно-подсосных свиноматок, для свинофермы 1990 гол./год требуется 40 станков для опоросно-подсосных свиноматок, а для свинофермы производительностью 3980 гол./год – 80 станков для свиноматок.

В альтернативных вариантах свиноферм производительностью 1009, 1990, 3980 гол./год с многотактными технологиями содержания

свиноматок количество станков в опоросно-подсосных секциях меньше традиционных технологий на 20 и 60 станков или на 50 и 75%, соответственно. Такая экономия в количестве станков для опоросно-подсосных секций обеспечивается увеличением количества циклов работы свиноматок за 1 период в 70 дней.

Для свиноферм производительностью в 1009, 1990, 3980 гол./год количество циклов составляет 1, 2 и 4.

В исходном положении и в процессе увеличения производительности свинофермы репродукторные, отъемочные и откормочные секции работают как одномодульные без сокращения производственных ритмов.

Поэтому при переходе на многотактные технологии необходимо увеличить производительность репродукторных секций пропорционально величине такта, а секции поросят отъемышей и откорма следуют также увеличить путем одновременного или поэтапного строительства дополнительных секций пропорционально величинам тактов.

**Задание 1.** По аналогии составления 3-фазной бесстессорной технологии содержания свиней, производительностью 1009 гол./год., составьте проект на 1990 гол./год и количеством циклов, равным 2.

**Задание 2.** По аналогии составления 3-фазной бесстессорной технологии содержания свиней, производительностью 1009 гол./год., составьте проект на 3980 гол./год и количеством циклов, равным 4.

### **Контрольные вопросы**

1. *Что представляют собой модульные технологии содержания свиней?*
2. *В чем заключаются различия между одно- и многотактными технологиями содержания свиней?*
3. *В чем преимущества многотактной технологии содержания свиней?*

### **Занятие 4**

#### **Подбор оборудования и механизмов для обеспечения оптимального микроклимата помещений**

**Цель занятия:** ознакомиться с прогрессивными устройствами регулирования микроклимата в помещениях.

Климат в свиноводческом помещении зависит от: температуры и влажности воздуха, скорости воздушного потока и уровня его загрязнения.

В настоящее время в зарубежных странах распространено использование компьютера для регулирования параметров микроклимата. При этом предлагаются различные подходы к организации вентиляции помещения, например, система вентиляции на основе разрежения воздуха с использованием приточных элементов:

1. Перфорированный канал/перфорированный потолок, обеспечивающий равномерное поступление воздуха по всему помещению.

2. Приточный щелевой потолок, который одновременно выполняет функции диффузной приточной системы и экономичной изоляции потолка.

3. Приточный стенной клапан, который вмуривается в стену на этапе строительства здания. Изолированная заслонка клапана удерживается в закрытом положении за счет пружин из нержавеющей стали и герметично изолирует помещение. При помощи блока управления клапаны можно открывать одновременно или дифференцированно.

Для отопления предлагается газовый конвектор, работающий на природном газе или пропане. Подключения дымовой трубы не требуется. Выработанное тепло на 100 % поступает к животным.

В России все большей популярностью пользуется система рекуперации тепла. В переводе с латинского, рекуперация означает возмещение или обратное получение. В отношении теплообменных реакций, рекуперация характеризуется как частичный возврат энергии, затраченной на проведение технологического действия с целью применения в этом же процессе.

В вентиляционной системе принцип рекуперации используется для экономии тепловой энергии. Процесс регенерации энергии осуществляется в рекуперационном теплообменнике. Устройство предусматривает наличие теплообменного элемента и вентиляторов для прокачивания разнонаправленных воздухопотоков. Для управления процессом и контроля качества подачи воздуха используется система автоматики. Конструкция разработана так, чтобы приточные и вытяживаемые потоки находились в отдельных отсеках и не смешивались – теплоутилизация осуществляется через стенки теплообменника.

Применяется пять вариантов теплообменников: пластинчатый, роторный, тепловые трубки, камерные устройства и модели с промежуточным теплоносителем. Для примера представлен пластинчатый теплообменник.

Основа теплообменника – герметичная камера с множеством параллельных воздуховодов. Каналы разделены перегородками – теплопроводящими пластинами. Потоки газов движутся навстречу друг друга, пересекаются в кассете рекуператора, но не перемешиваются. Тепловой обмен осуществляется за счет единовременного охлаждения и нагрева пластинок с разных сторон.

В целях графического представления микроклимата в помещении разработана компьютерная программа, которая позволяет представлять следующие показатели микроклимата: внутренняя и внешняя температура; влажность воздуха в помещении; процент открытия элементов вытяжной и др. Система совместима с Windows и позволяет пользователю получить представление о микроклимате всех помещений, подключенных к системе. Быстро могут быть проанализированы возможные отклонения от нормы и приняты соответствующие меры.

С помощью компьютера для управления микроклиматом возможно регулирование параметров микроклимата, причем температура в помещении быстро и точно доводится до заданного значения.

**Задание 1.** Перечислите нормируемые параметры микроклимата.

**Задание 2.** Опишите отличия разных систем вентиляции воздуха.

**Задание 3.** Опишите отличия разных систем отопления.

### **Контрольные вопросы**

1. *Какие подходы к организации вентиляции помещений предлагаются зарубежными производителями?*
2. *Какие подходы к организации отопления помещений предлагаются зарубежными производителями?*
3. *В чем отличия рекуперационных теплообменников разных типов?*
4. *Каким образом проводится контроль микроклимата с помощью компьютера?*

## Занятие 5

### Определение потребностей свиноводческого предприятия (мощностью: 6, 10, 12, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочныхников в год) в основных, проверяемых и ремонтных хряках-производителях при организации естественной случки и искусственном осеменении

**Цель занятия:** научиться определять потребность предприятий в хряках разного возраста при организации естественной случки и искусственного осеменения.

Нагрузка на хряка определяется числом покрытий маток при ручной случке или числом взятых эякулятов спермы при искусственном осеменении за определенный период времени. Стандартные нормы использования хряков в зависимости от возраста представлены в таблице 1.

Таблица 1

Нормы использования хряков при естественной случке

Режим использования хряков	Количество садок на 1 хряка в месяц в возрасте (мес.)				
	9-12	12-18	18-24	24-36	старше 36
Умеренный	1-4	1-6	1-8	1-10	1-12
Интенсивный	-	7-12	9-16	11-20	13-24

Молодым хрякам в возрасте 9-12 мес. надо давать в месяц не более четырех садок. Для хряков старше 2 лет планируется до 10-12 садок в месяц при умеренном и до 20-24 садок при интенсивном использовании. Взрослых хряков можно использовать ежедневно в течение 4-5 дней с последующим предоставлением отдыха 1-3 дня.

При ручной случке и круглогодовых опоросах за взрослыми хряками-производителями закрепляют на год по 30-40 маток, а за молодыми – 10-15. При сезонных опоросах потребность в хряках увеличивается в 1,5-2 раза, при этом их используют неравномерно: очень интенсивно в случной сезон и совсем не используют в неслучной период. Планирование случек, опоросов и использование хряков в течение года осуществляют путем составления случного плана.

К качестве примера приведем определение потребности в хряках для предприятия мощностью 12 тыс. гол. откормочного поголовья в год (см. занятие 1).

При нормальных условиях содержания и кормления для хряка считается нормой 10 садок в месяц. В расчёте каждый месяц должно быть плодотворно осеменено 127 свиноматок. Условно примем, что 25% свиноматок прохолостеет. Поэтому каждый месяц необходимо осеменить: 127 гол.+32 гол. (25 %) = 159 гол.

При двухкратной ручной случке необходимо иметь основных хряков:  $159 \times 2 / 10 = 32$  гол.

При искусственном осеменении:  $159 \times 2 / 10 \times 3 = 11$  гол., где 10 – режим использования хряков; 3 – степень разбавления спермы.

Кроме того, для выявления охоты у маток и ремонтных свинок нужны хряки-пробники. На одного хряка-пробника может приходиться до 150 маток и ремонтных свинок случного возраста: маток и ремонтных свинок 763 гол. Итого:  $763 / 150 = 5$  голов хряков-пробников.

Потребность в ремонтных хрячках составляет 3-4 головы на каждого выбракованного из основного стада. Рассчитаем число выбракованных хряков при выбраковке, составляющей 30%:

$$32 \times 30 / 100 = 9 \text{ голов выбракованных хряков.}$$

На одного выбракованного хряка берем 3 ремонтных хрячка  
 $9 \times 3 = 27$  голов ремонтных хрячков.

**Задание 1.** Рассчитайте потребность свиноводческого предприятия (мощностью: 6, 10, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочного поголовья в год) в основных, проверяемых и ремонтных хряках-производителях при организации естественной случки и искусственном осеменении.

### **Контрольные вопросы**

1. Обоснуйте норматив случного использования хряков.
2. Какой документ нужно составить при планировании случек, опоросов и использования хряков в течение года?
3. Как проводят расчеты спермодоз при искусственном осеменении?

## Занятие 6

**Определение потребностей свиноводческого предприятия (мощностью: 6, 10, 12, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочников в год) в осеменении свиноматок, получении опоросов, получении поросят за ритм производства, за 1 день, месяц, год.**

**Цель занятия:** научиться определять потребность свиноводческого предприятия разной мощности в осеменении свиноматок, получении опоросов, получении поросят за разные временные периоды.

В качестве примера приведем расчеты для предприятия мощностью 10 тыс. голов откормочного поголовья в год.

Расчеты целесообразно начинать с определения годового производства поросят по формуле (4):

$$Гп = \frac{100 \times 100 \times 100}{C_1 \times C_2 \times C_3}, \quad (4)$$

где Гп – годовое производство поросят, гол.;

Рп – годовая реализация молодняка, гол.;

$C_1, C_2, C_3$  – сохранность молодняка за периоды подсоса, добрачивания и откорма, %.

Для реализации 10 тыс. голов молодняка в год необходимо с учетом сохранности (по периодам подсоса, добрачивания и откорма), получить годовое количество поросят:

$$Гп = \frac{1000 \times 100 \times 100 \times 100}{86 \times 96 \times 97}$$

$$Гп=13024$$

Таблица 2

### Поголовье молодняка по периодам

Период	Сохранность, %	Поголовье на начало периода, гол.	Поголовье на конец периода, гол.
Подсос	86	13024	12003
Добрачивание	96	12503	11523-1000
Откорм	97	12003	10207

Итак, чтобы снять с откорма 10207 тыс. голов молодняка при данной сохранности, комплексу необходимо 13024 гол. поросят.

Для получения искомого количества поросят при рождении необходимо, с учетом супоросности равной 114 дням, периода подсоса 26 дней и интервала от отъема поросят до оплодотворения свиноматок, равного 22 дня, подсчитать цикл воспроизводства:

$$\text{Цв} = \text{С} + \text{Пп} + \text{Пос}, \quad (5)$$

где:  $\text{Цв}$  – цикл воспроизводства;

$\text{С}$  – продолжительность супоросного периода, дней;

$\text{Пп}$  – продолжительность подсосного периода, дней;

$\text{Пос}$  – от отъема поросят до оплодотворения, дней.

$$\text{Цв} = 114 + 26 + 22 = 162 \text{ дня.}$$

Зная цикл воспроизводства у свиноматок, можно определить интенсивность использования маток на предприятии по формуле:

$$I = 365 / \text{Цв}, \quad (6)$$

где  $I$  – количество опоросов на матку в год;

365 – количество дней в году;

$\text{Цв}$  – цикл воспроизводства:  $I = 365 / 162 = 2,2 /$

Количество поросят за год от основной свиноматки при многоплодии 10 поросят составит поросят на один среднегодовой опорос ( $\Gamma_{\text{ср}}$ ):

$$\Pi_{\text{o}} = M_{\text{o}} \times I, \quad (7)$$

где:  $\Pi_{\text{o}}$  – головы поросят за год от основной свиноматки;

$M_{\text{o}}$  – многоплодие основных свиноматок;

$I$  – количество опоросов на матку в год.

$$\Pi_{\text{o}} = 10 \times 2,2 = 22 \text{ головы.}$$

Количество поросят от проверяемой матки ( $\Pi_{\text{п}}$ ) 8 гол. Количество количества поросят на 1 среднегодовой опорос:

$$\Gamma_{\text{ср}} = \Pi_{\text{o}} + \Pi_{\text{п}} / I + 1, \quad (8)$$

где:  $\Gamma_{\text{ср}}$  – количество поросят на 1 среднегодовой опорос;

$\Pi_{\text{o}}$  – поросят за год от основной свиноматки;

$\Pi_{\text{п}}$  – поросят за год от проверяемой матки;

$I$  – количество опоросов от основной матки;

1 – количество опоросов от проверяемой матки:

$$\Gamma_{\text{ср}} = 10 + 8 / 2,2 + 1 = 9,3 \text{ гол.}$$

Количество опоросов за год находим путем деления количества необходимых поросят на среднее многоплодие маток:

$$K_{\text{всего}} = \Gamma_{\text{п}} / \Gamma_{\text{ср}}, \quad (9)$$

где  $K_{\text{всего}}$  – количество опоросов за год по предприятию;

$\Gamma_{\text{п}}$  – годовая потребность поросят, голов;

$\Gamma_{cp}$  – среднее многоплодие маток, голов.

$$K_{всего}=13024/9,3=1400/$$

Для определения количества опоросов от проверяемой матки необходимо общее количество опоросов разделить на сумму опоросов от основной и проверяемой матки за год формуле:

$$K_{омп}=K_{всего}/И+1, \quad (10)$$

где:  $K_{омп}$  – количество опоросов от проверяемых маток;

$K_{всего}$  – общее количество опоросов от всех маток;

И – количество опоросов от основной матки;

1 – количество опоросов от проверяемой матки.

$$K_{омп}=1235/(2,2+1)=386.$$

Для определения количества основных маток необходимо от общего количества опоросов всех маток отнять опоросы (голов проверяемых маток) проверяемых маток и разделить на количество опоросов от основной матки в год:

$$K_{ом}=K_{всего}-Комп/И, \quad (11)$$

где:  $K_{ом}$  – количество основных маток;

$K_{всего}$  – количество опоросов от всех маток;

$K_{омп}$  – количество опоросов от проверяемых маток;

И – количество опоросов от основных маток за год.

$$K_{ом}=1235-386/2,2=386.$$

Далее определяются показатели ритма производства. В нашей стране на свиноводческих фермах и комплексах оправдал себя 7-дневный ритм производства с объемом получения и выращивания 9-45 тыс. свиней в год. При 7-дневном ритме производства за год будет 52 ритма ( $365/7=52$ ).

Для получения количества опоросов за один ритм необходимо общее количество опоросов разделить на 52 ритма по формуле:

$$K_{оп}=K_{всего}/52, \quad (12)$$

где:  $K_{оп}$  – количество опоросов за один ритм;

$K_{всего}$  – общее количество опоросов;

52 – ритмы производства.

$$K_{оп}=1235/52=24$$

Количество поросят за один ритм при рождении получается умножением количества опоросов на среднегодовое многоплодие по формуле:

$$K_{п}=K_{оп} \times \Gamma_{cp}. \quad (13)$$

$$K_{п}=24 \times 9,3=223 \text{ гол.}$$

Для определения количества супоросных маток, передаваемых на опорос за один ритм, необходимо их поголовье увеличить на 20% для браковки в первые дни после опороса, как малоплодные:

$$C_{\text{суп}} = K_{\text{оп}} + K_{\text{оп}} \times 20/100 = 24$$

$$C_{\text{суп}} = 24 + (24 \times 20/100) = 29 \text{ гол.}$$

Для получения такого количества супоросных свиноматок необходимо осеменить при 77% оплодотворяемости 38 голов по формуле:

$$O_{\text{суп}} = C_{\text{суп}} \times 100/75 \quad (14)$$

$$O_{\text{суп}} = 29 \times 100/77 = 38 \text{ гол.}$$

После отъема поросят 20% маток бракуется по продуктивности, остальные попадают в цех воспроизведения для осеменения. Количество оставшихся маток после браковки определяют по формуле:

$$K_{\text{оп1}} = K_{\text{оп}} - (K_{\text{оп}} \times 20)/100 \quad (15)$$

$$K_{\text{оп1}} = 24 - (24 \times 20)/100 = 19$$

Вместо выбракованных свиноматок нужно предусмотреть перевод на осеменение ремонтных свинок за 1 ритм в 9-и месячном возрасте:

$$P_{\text{ем}} = O_{\text{суп}} - K_{\text{оп1}} = 38 - 19 = 19.$$

Обычно их переводят на осеменение ежемесячно, т.е. в 4 раза больше:  $19 \times 4 = 76$  гол.

Для определения общего количества основных хряков при осеменении маток необходимо к количеству основных прибавить проверяемых и разделить на 50.

$$\Gamma_{\text{хр}} = K_{\text{ом}} + K_{\text{омп}}/50, \quad (16)$$

где:  $\Gamma_{\text{хр}}$  – общее количество основных хряков;

$K_{\text{ом}}$  – голов основных маток;

50 – средняя нагрузка свиноматок при осеменении на 1 хряка в год.  $\Gamma_{\text{хр}} = 386 + 386/50 = 15$  хряков

Количество проверяемых и ремонтных хряков должно составлять 50 и 75% от основных хряков соответственно:

$$\Gamma_{\text{нр}} = \Gamma_{\text{хр}} \times 50/100 \quad (17)$$

$$\Gamma_{\text{нр}} = 15 \times 50/100 = 8 \text{ гол.}$$

$$\Gamma_{\text{рем}} = \Gamma_{\text{хр}} \times 75/100$$

$$\Gamma_{\text{рем}} = 15 \times 75/100 = 11 \text{ гол.}$$

Количество поросят, поступивших в цех доращивания за один ритм:  $\Gamma_{\text{п2}} = \Gamma_{\text{п}}/52 = 9879/52 = 190$  гол.,

где:  $\Gamma_{\text{п}}$  – количество поросят на конец периода подсоса.

Единовременное поголовье ( $\Gamma_{\text{п2}}$ ) молодняка в цехе доращивания:  $\Gamma_{\text{п2}} = \Gamma_{\text{п2}} \times 94/7,$

где: 94 – продолжительность периода доращивания, дней;  
 7 – ритм производства.

$$\Gamma_{\text{пe}} = 190 \times (94/7) = 2546$$

Количество поросят-отъемышей, передаваемых из цеха доращивания на откорм за 1 ритм:

$$\Gamma_{\text{п3}} = \Gamma_{\text{п1}} / 52,$$

где:  $\Gamma_{\text{п1}}$  – количество поросят на конец периода доращивания.

$$\Gamma_{\text{п3}} = 12003 / 52 = 231$$

Количество молодняка, снимаемого с откорма за 1 ритм:

$$\Gamma_{\text{п4}} = \Gamma_{\text{п3}} / 52,$$

где:  $\Gamma_{\text{o}}$  – количество поросят на конец откорма.

$$\Gamma_{\text{п4}} = 10207 / 52 = 196$$

Получить прирост от 1 головы молодняка за период откорма ( $\Pi_{\text{m}}$ ) при сдаточной массе ( $M_2$ ) 100 кг и постановочной ( $M_1$ ) 36 кг:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{m}} &= M_2 - M_1 \\ \Pi_{\text{m}} &= 100 - 36 = 64 \text{ кг.} \end{aligned} \quad (18)$$

Продолжительность откорма ( $O_{\text{m}}$ ) при среднесуточном приросте ( $C_{\text{m}}$ ) 0,63 кг:

$$\begin{aligned} O_{\text{m}} &= \Pi_{\text{m}} / C_{\text{m}} \\ O_{\text{m}} &= 64 / 0,63 = 102 \text{ дня.} \end{aligned} \quad (19)$$

Единовременное поголовье молодняка свиней в цехе откорма ( $\Gamma_{\text{пe}}$ ):

$$\begin{aligned} \Gamma_{\text{пe}} &= O_{\text{m}} / 7 \times \Gamma_{\text{п3}} \\ \Gamma_{\text{пe}} &= 102 / 7 \times 163 = 2375 \text{ гол.} \end{aligned} \quad (20)$$

**Задание 1.** По аналогии данного решения, рассчитайте потребность свиноводческого предприятия мощностью: 6, 12, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочного поголовья в год в осеменении свиноматок, получении опоросов, получении поросят за ритм производства, за 1 день, месяц, год.

### Контрольные вопросы

1. Назовите показатель, который нужно определить для последующих расчетов.
2. Чем обусловлен принятый в нашей стране 7-дневный ритм производства?
3. Как рассчитывают необходимое количество ремонтных свинок вместо выбракованных свиноматок?

## Занятие 7

### Изучение системы кормораздачи, навозоудаления, водоснабжения, микроклимата, типы станков в производственных помещениях для содержания подсосных свиноматок, поросят-сосунов, поросят-отъемышей, ремонтного молодняка, молодняка на откорме

**Цель занятия:** освоить требования к технологическому оборудования для свиней разных половозрастных групп.

#### Системы кормораздачи

В свиноводстве применяют такие системы кормления свиней, как фазное, биофазное или многофазное кормление, безостаточное, сенсорное кормление, *ad libitum* (по желанию) и ограничительное (нормированное) кормление, жидкое кормление новорожденных поросят, жидкое кормление свиноматок, жидкое автоматическое кормление, поильные программы.

Свиней на откорме и поросят на доращивании обычно кормят вволю. Соответственно кормушки должны быть сконструированы так, чтобы корм мог постоянно автоматически поступать в кормушку по мере его поедания животными. Обычно корм поступает в помещение из внешнего бункера и раздается через концевые или кольцевые кормопроводы с проволочной спиралью. В зданиях со сложной конфигурацией применяются цепочно-шайбовые транспортеры.

Несколько иначе кормят свиноматок с подсосными поросятами и холосто-супоросных свиноматок. У первой группы поросят кормушка (поддон) закреплена в ограждении, и в определенное время в заданном объеме через дозатор туда подается корм. Так же кормятся и холосто-супоросные свиноматки при индивидуальном содержании.

Несколько сложнее технология кормления свиноматок при групповом содержании. Главной особенностью и технологией кормления таких животных является четкое скармливание каждой свиноматке отмеренной ей дозы. Для этого система кормораздачи оборудуется индивидуальными дозирующими устройствами, которые подают корм с такой скоростью, что свиноматка поедает его без возможности отхода к другой кормушке.

## **Системы навозоудаления**

Основные системы навозоудаления в свинарниках: самосливная система навозоудаления и гидросмы. На небольших фермах применяют навозоудаление скребковыми транспортерами. Навозоудаление упрощается с установкой щелевых полов и удобного, легкомоющегося оборудования.

## **Системы водоснабжения**

Для подачи воды из скважин, колодцев и других источников в водонапорные башни используют центробежные и вихревые насосы. Для поения свиней применяются автопоилки одночашечные самоочищающиеся ПСС-1, а также сосковые ПБС-1,0 и ПБП-1,0. В свиноводстве используют и двучашечные поилки типа ПАС-2Б. На свиноводческих комплексах, мощностью 54 и 108 тысяч свиней годового откорма, для поения поросят-сосунов используют чашечные поилки типа КПС-108.

## **Системы микроклимата**

Перспективны автоматизированные системы управления микроклиматом свиноководческих предприятий, состоящие из: датчиков давления, температуры, влажности, аммиака, углекислого газа и сироводорода.

## **Типы станков в производственных помещениях**

Станки для подсосных свиноматок изготавливают решетчатыми и оборудованными боксами для их фиксирования, отделениями для подкормки и обогрева поросят, кормушками и сосковыми поилками для маток и поросят. Подкормка и поение поросят-сосунов проводится в специальных кормушках и поилках, монтируемых на боковых перегородках бокса опороса так, что бы исключить доступ к ним свиноматки. Боксы в отделении доращивания и ремонта должны быть оснащены: навесом в зоне отдыха поросят с системой обогрева или подогреваемыми полами, душем, игрушками, системой автоматического поения и кормления, сплошными бетонными и решетчатыми полами. Помещение фермы для содержания поросят на откорме разделено на боксы, в которых содержат по 15-30 поросят. Боксы для откорма оснащены практически тем же оборудованием, что и боксы для содержания поросят на доращивании.

**Задание 1.** Зарисуйте и опишите основное технологическое оборудование свиноводческих предприятий.

## **Контрольные вопросы**

- 1. Охарактеризуйте организацию кормления и поения разных половозрастных групп свиней.*
- 2. Опишите систему регулирования микроклимата помещений.*

## **Занятие 8**

### **Роль организационных факторов в повышении производительности труда. Организация труда на рабочих местах**

**Цель занятия:** изучить факторы повышения производительности труда на предприятии.

#### **Факторы производительности труда**

1. Материально-технические факторы: автоматизация и механизация производственных процессов, рациональный расход сырья.
2. Организационный фактор: совершенствование управления предприятием, например, система менеджмента.
3. Регионально-экономические факторы: природно-климатические условия, сбалансированность рабочих мест.
4. Социальные факторы: культурный и квалификационный уровень кадров, инициативность персонала.
5. Структурный фактор: изменение объема и структуры производства, экономической специализации.

#### **Формы организации труда в свиноводстве**

1. Постоянные производственные бригады.
2. Звенья по обслуживанию отдельных половозрастных групп.

#### **Режимы труда и отдыха на свиноводческих предприятиях**

1. Односменный: двухциклический уплотненный (с перерывом не более 2-х часов); двухциклический растянутый (с перерывом более 2-х часов); трехциклический
2. Двухсменный.
3. Трехсменный.

#### **Оплата труда в свиноводстве**

1. Сдельно-премиальная система. Сдельно-премиальная система оплаты подразумевает под собой не только оплату за фактически проработанное время или выполненный объем работ, но и дополнительные средства за переработку или же высокое качество выполненной работы. Таким образом, компания платит сотрудникам только за

фактически выполненные работы, а сотрудники стараются сделать максимально много работы, причем выполняя ее максимально качественно.

2. Аккордно-премиальная система заключается в том, что рабочие-сдельщики, выполняющие работы по аккордному заданию в срок и досрочно, премируются в зависимости от качества работ и экономии нормативной трудоемкости. При аккордно-премиальной системе оплаты труда, на основе которой производится оплата труда рабочих подрядных бригад, до начала работ бригада получает наряд-задание, в который включены все работы по договору на весь срок его действия.

**Задание 1.** Опишите факторы производительности труда в свиноводстве и методы его стимулирования.

#### **Контрольные вопросы**

- 1. Что представляют собой формы организации труда в свиноводстве?*
- 2. Как формируется оплата труда в свиноводстве?*

## Рекомендуемая литература

1. Дарьин, А. И. Свиноводство / А.И. Дарьин, В. А Кокорев [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – 263 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/279643>.
2. Кузьмина, Т. Н. Технологии и оборудование для свиноводства / Т. Н. Кузьмина, Н. П. Мишурев : справочник. – М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2013. – 172 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/236128>.
3. Михайлова, О. А. Организация и проведение обучающей деловой игры по теме: «Породы и породообразование в свиноводстве» : учеб.-метод. пособие / С.В. Мошкина, О.А. Михайлова – Орёл : Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2016 – 138 с. : ил. — ISBN 978-5-98704-247-X. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/569555>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Занятие 1. Составление проектов свиноводческих комплексов мощностью 12 тыс. гол. в год с однофазной системой содержания, мощностью 16 тыс. гол. в год с двухфазной системой содержания, 18 тыс. гол. в год с трехфазной системой содержания.....	4
Занятие 2. Определение потребности в станко-местах промышленных свиноводческих комплексов мощностью 12 тыс. гол. в год, 16 тыс. гол. в год, 18 тыс. гол. в год.....	6
Занятие 3. Разработка проектов модернизации промышленных комплексов по производству свинины.....	10
Занятие 4. Подбор оборудования и механизмов для обеспечения оптимального микроклимата помещений.....	13
Занятие 5. Определение потребностей свиноводческого предприятия (мощностью: 6, 10, 12, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочников в год) в основных, проверяемых и ремонтных хряках-производителях при организации естественной случки и искусственном осеменении.....	16
Занятие 6. Определение потребностей свиноводческого предприятия (мощностью: 6, 10, 12, 24, 54 и 108 тыс. гол. откормочников в год) в осеменении свиноматок, получении опоросов, получении поросят за ритм производства, за 1 день, месяц, год.....	18
Занятие 7. Изучение системы кормораздачи, навозоудаления, водоснабжения, микроклимата, типы станков в производственных помещениях для содержания подсосных свиноматок, поросят-сосунов, поросят-отъемышей, ремонтного молодняка, молодняка на откорме .....	23
Занятие 8. Роль организационных факторов в повышении производительности труда. Организация труда на рабочих местах.....	25
Рекомендуемая литература .....	27

Учебное издание

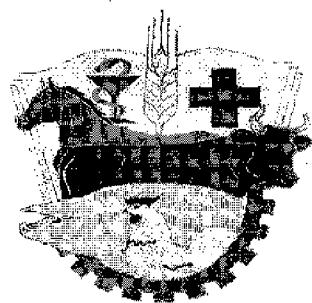
**Земскова Наталья Евгеньевна**

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВИНИНЫ**

**Методические указания  
для выполнения  
лабораторных занятий**

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,75  
Тираж 50. Заказ № 506

Редакционно-издательский центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2  
Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47  
Факс 46-6-70  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет»

Кафедра «Зоотехния»

И. Н. Хакимов  
А.А. Живалбаева

**ПЛЕМЕННОЕ ДЕЛО В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**  
**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для выполнения практических занятий

Кинель - 2020

УДК 636.22/28.082 (07)

ББК 45.37 Р

Х-16

**Хакимов И.Н.**

**Х-16** Племенное дело в животноводстве: методические указания для выполнения практических занятий.

/И. Н. Хакимов. - Кинель: РИЦ СГАУ, 2020. - с. 30.

В данных методических указаниях рассматриваются основные методы определения продуктивности животных, основные методы племенной работы. Показаны приемы, повышающие надежность оценки племенной ценности животных, практику племенного отбора скота различного направления продуктивности, условий; применение различных форм племенного подбора; организационные мероприятия по племенному делу; принципы и технику перспективного планирования племенной работы в хозяйствах различного назначения.

Методические указания предназначены для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 36.04.02 - Зоотехния.

## **Предисловие**

В методических указаниях рассматриваются основные методы определения продуктивности животных и основные методы племенной работы. Показаны приемы, повышающие надежность оценки племенной ценности животных, практику племенного отбора скота различного направления продуктивности, условий; применение различных форм племенного подбора; организационные мероприятия по племенному делу; принципы и технику перспективного планирования племенной работы в хозяйствах различного назначения.

Методические указания предназначены для изучения методической части дисциплины магистрантами, обучающимися по направлению подготовки 36.04.02 – Зоотехния по очной и заочной форме обучения и полностью соответствуют учебной программе дисциплины.

**[Племенное дело в животноводстве: методические указания для выполнения практических занятий /сост. Хакимов И.Н., Живалбаева А.А. – Кинель: РИЦ Самарского ГАУ, 2020. - 30 с.]**

## Занятие №1

### Тема: Конституция и экстерьер животных. Методы оценки экстерьера.

**Цель:** Ознакомление с методами оценки экстерьера животных.

**Оборудование:** плакаты, муляжи, практикум.

**Общие сведения.** Конституция (от лат. *constitutio* - установление, построение, устройство) определяется как внешними формами животного, так и особенностями строения и функций его внутренних органов и тканей.

По П. Я. Борисенко, под *конституцией* следует понимать совокупность морфофизиологических и биохимических особенностей организма как целого, обусловленных наследственностью и условиями развития (фенотип = генотип + среда) и связанных как с характером продуктивности, так и со способностью организма определенным образом реагировать на условия среды.

В зоотехнии предложен ряд классификаций типов конституции животных, но наиболее обоснованной и принятой для практического использования является классификация, предложенная П.Н. Кулешовым. Он подробно изучил соотносительное развитие и функцию главнейших частей тела и органов у овец (а затем и у крупного рогатого скота) разного направления продуктивности (молочных, мясных и шерстных) и установил характерные различия в развитии всего организма и отдельных его органов (кожа, подкожная клетчатка, мускулатура, костяк, внутренние органы и молочные железы).

Молочные коровы и овцы имеют тонкую, плотную и эластичную кожу; слабо развитый жировой слой и сухую мускулатуру; плотный, но не массивный костяк; хорошо развитые молочные железы, и внутренние органы (пищеварения, дыхания и кровообращения). У мясных, овец (и мясного скота) кожа - тонкая и рыхлая, сильно развиты жировой и мускульный слои (пышная мускулатура); тонкий и менее развитый костяк; внутренние органы - особенно пищеварительная система и молочные железы - менее развиты, чем у молочных животных.

Шерстные овцы (и рабочий скот) характеризуются сильно развитой (толстой) кожей (шерсть является её производным); плотной, среднеразвитой мускулатурой; довольно хорошим развитием внутренних органов, поскольку эти животные питаются преимущественно грубым кормом и подвижны (пастбищное содержание или работа).

На основе этих данных, а также в зависимости от грубоści или нежности и плотности или рыхлости телосложения животных П. Н. Кулешов выделил четыре типа конституции, которые характеризуются следующими особенностями:

*Нежная плотная.* К ней относятся животные пород специализированного молочного скота и верховых лошадей. Они имеют повышенный обмен веществ и поэтому плохо, откармливаются; реактивную нервную систему, энергичный темперамент, хорошую жизнеспособность. Кожа тонкая; плотная, эластичная, покрыта густым, тонким и блестящим волосом. Голова легкая. Шея длинная. Грудная клетка узкая, плоская и длинная, хорошо развита.

Костяк сравнительно легкий, но прочный. Конечности сухие, крепкие. Копыта прочные. Животные относительно высоконоги. Мускулатура сухая и плотная, умеренно развитая. Подкожный жировой слой развит слабо.

*Нежная рыхлая.* Ее представителями являются животные пород специализированного мясного скота и сальные свиньи. Они имеют пониженный обмен веществ и поэтому быстро откармливаются и жиреют, слабо возбудимую нервную систему, флегматичный темперамент, несколько пониженную жизнеспособность. Кожа тонкая, нежная, но рыхлая, покрыта редким, нежным, мягким волосом. Голова легкая, укороченная. Шея короткая. Глубокая, широкая, округлая и короткая грудная клетка. Костяк тонкий, легкий. Копыта рыхлые, непрочные. Животные относительно низконоги. Сильно развиты объемистая (пышная), нежная Мускулатура и подкожный жировой слой.

*Грубая плотная.* К этому типу конституции относится, как правило, рабочий скот и лошади тяжеловозных пород. Животные имеют средневозбудимую нервную систему, высокую жизнеспособность и работоспособность, энергичны, выносливы и неприхотливы. Кожа толстая, плотная, покрыта густым, толстым и грубым волосом. Голова массивная, грубая. Шея короткая, толстая. Хорошо развита передняя треть туловища. Костяк массивный, грубый, но прочный. Копыта и суставы крепкие. Мускулатура хорошо развита, плотная, сильная. Подкожный жировой слой развит слабо.

*Грубая рыхлая.* Животные такой конституции позднеспелы, плохо оплачивают корм, флегматичны, малоподвижны, легко подвергаются заболеваниям и поэтому в хозяйственном

отношении малоцеленны (лошади пород шайрской, клайдсдальской и отчасти брабансонской). У них слабо возбудимая нервная система, вялый обмен веществ, плодовитость низкая; кожа толстая, рыхлая, тестообразная, покрытая грубым волосом. Массивный, но непрочный костяк и копыта. Хорошо развитая, рыхлая мускулатура.

Экстерьер (от фран. *exterieur* - внешний, наружный) - внешнее строение (внешние формы) животного формируется в определенных условиях среды под контролем генотипа и изменяется с возрастом. Учение об экстерьере — это учение о том, как по внешнему виду животного определить его хозяйственную и племенную ценность. По внешнему виду животного, по соотносительному развитию отдельных частей его тела (статей) можно сказать, какому направлению продуктивности оно соответствует.

Например: а) животные молочного типа имеют менее развитые, чем у мясных животных, мускулатуру и жировые отложения. Кожа тонкая, эластичная, легко оттягивается. Формы тела более угловатые, с выступающими очертаниями костяка. Хорошо развиты молочные железы и брюшная часть тела (пищеварительные органы). Голова узкая, с удлиненной лицевой частью черепа. Развитая грудь (длинная, не такая широкая, как у мясного скота). Ноги крепкие, правильно поставленные и более длинные, чем у мясных животных;

б) животные мясного типа характеризуются глубоким и широким туловищем; хорошо развитой («пышной») мускулатурой и подкожным жировым слоем. Кожа рыхлая, нежная. Голова легкая, короткая и широкая. Шея короткая и толстая. Грудь широкая и глубокая. Холка, спина и поясница ровные, широкие, мясистые. Зад длинный, широкий, ровный, с хорошо развитой мускулатурой. Ноги относительно короткие, широко и отвесно поставленные. Животные рабочего типа (волы и тяжеловозные лошади) отличаются хорошо развитым, крепким костяком; объемистой, плотной и сильной мускулатурой; толстой и плотной кожей, массивной головой; мускулистой шеей, глубокой грудью, короткой, прямой и широкой спиной; широким, мускулистым задом; достаточно длинными и правильно поставленными ногами, с прочными суставами, сухожилиями и копытами.

Помимо этого, экстерьер животного характеризует: его пол (самки существенно отличаются по развитию ряда статей от самцов); возраст (у скота, овец и лошадей - по состоянию зубов); здоровье и крепость; степень развития и недоразвития; породную принадлежность; живую массу. Экстерьер указывает лишь на характер и направление продуктивности и только очень приближенно на её количество и особенно качество. Особое значение экстерьер имеет при выборе племенных животных, которые должны быть хорошо развитыми, с крепким и здоровым телосложением, явно выраженными вторичными полевыми признаками, Хорошо развитыми статями, связанными с основной продуктивностью.

Задание № 1. Ознакомиться и написать в рабочую тетрадь методы оценки экстерьера животных и птицы.

Задание №2. Записать формулы определения основных индексов телосложения крупного рогатого скота.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под термином «конституция животных»?
2. Какие типы конституции бывают у животных?
3. Что такое экстерьер животных?
4. Какие отличительные черты для мясного и молочного скота?
5. Какие методы используются для оценки экстерьера?
6. Что такое индексы телосложения? Как вычисляются индексы телосложения?
7. Какие пороки экстерьера встречаются у крупного рогатого скота, лошадей, свиней и овец?
8. Особенности оценки телосложения крупного рогатого скота разного направления продуктивности.

## Занятие №2.

### Тема: Учёт роста и развития животных

**Цель:** Ознакомление с методами учёта роста и развития животных.

**Оборудование:** плакаты, муляжи, практикум.

**Общие сведения.** Понятие о росте и развитии животных. Животные не рождаются сразу взрослыми, половозрелыми, с определенным уровнем продуктивности. Для этого организм в течение онтогенеза, начиная с зиготы, должен пройти ряд этапов развития и роста.

**Рост** - одна из сторон развития - это изменение объемных, весовых и линейных характеристик и их соотношений в организме (клеток, межклеточных образований, тканей и органов) во времени, происходящих за счёт превращений органических веществ (синтез белков, липидов, полисахаридов и др.).

*Развитие* - это непрерывный процесс качественного изменения, превращения (реорганизации и дифференциации) и движения живой (органической) материи (клеток, тканей и органов), в результате которого (начиная с момента оплодотворения и до смерти) происходит становление организма, со всеми его формами и функциями на базе генотипа в конкретных условиях среды.

#### **Основные законы роста и развития животных.**

*Периодичность роста и падение его скорости с возрастом.* В жизни животных имеются отдельные периоды, которые характеризуются не только морфофизиологическими изменениями, но и особыми, присущими только им условиями жизни. Это эмбриональный и постэмбриональный периоды.

*Рост и развитие в эмбриональный период.* Его продолжительность у разных животных различна и имеет разное название. Эмбриональный период в свою очередь подразделяется на три подпериода (по Г. А. Шмидту).

1) *Зародышевый* - от момента оплодотворения и начала дробления зиготы, до того времени, когда сформируется зародыш с эмбриональными закладками всех его основных органов и систем (печень, почки, сердце, отделы головного мозга, и др.). Зародыш, передвигается по яйцеводу в матку (или в один из ее рогов); его питание и дыхание происходят за счет распада питательных и других веществ, накопленных в яйцеклетке в фазе роста оогенеза, а также за счет маточного молочка (секрет стенок матки или ее рогов). Эмбрион еще не прикреплен к плаценте. У крупного рогатого скота этот период продолжается около 35, у овец - 29, у свиньи - 22 суток.

2) *Предплодный* (в конце его формируются хорион и примитивные котиледоны, налаживается обмен веществ между плодом и материнским организмом) - формируется желудок и другие отделы пищеварительной системы, кровеносная система, мускулатура, осевой и периферический скелеты и начинается их окостенение, закладываются молочные железы и т. д. Плод в основном продолжает питаться маточным молочком. У крупного рогатого скота он длится 26, а у овец и свиней - 17 суток.

3) *Плодный* - плод уже сформирован, прикрепился к плаценте и питается через неё. Интенсивно растёт. У крупного рогатого скота он продолжается около 220 суток, у овец - 100 и у свиней около 80 суток.

*Рост и развитие в постэмбриональный период.* Новорожденные животные имеют следующую среднюю живую массу: жеребята - 40-60 кг, телята - 25-40, ягнята - 3-5, пороссята - 1-1,5 кг, крольчата - около 50 г, цыплята около 36-40 г. Постэмбриональный период также характеризуется сменой требований организма к условиям жизни и подразделяется на пять подпериодов (по П. Д. Пшеничному):

1) Подпериод *новорожденности* (от рождения до 10-20-дневного возраста). Происходит резкая смена среды. Организм новорожденного приспосабливается к самостоятельной жизни вне организма матери. Дыхание становится легочным; пищеварительная и выделительная системы начинают работать по-новому; меняются очаги кроветворения (костный мозг); происходит самостоятельная терморегуляция; вырабатываются условные рефлексы, обеспечивающие связь со средой, и свои защитные функции и т. д. Единственная пища - молозиво и молоко матери (в этом остается зависимость от матери);

2) *Молочный* подпериод (у крупного рогатого скота до 3-4-месячного возраста) продолжается до прекращения кормления молодняка молоком, которое является основной пищей, но одновременно с этим молодняк начинает поедать и различные растительные корма, что способствует развитию желудочно-кишечного тракта: и обогащению его микроорганизмами, Продолжается интенсивный рост костяка, мышц и других органов и тканей. Животные постепенно переходят на немолочное питание;

3) Подпериод *полового созревания* - активно начинают функционировать железы внутренней секреции, что способствует дальнейшему развитию организма и его половому созреванию. Животные становятся способными к воспроизведству потомства; заканчивается рост половых желез; у них регулярно протекают половые циклы, появляется устойчивый половой рефлекс; заканчивается становление всех вторичных половых, признаков и формирование основных черт индивидуальности животного. Замедляется общий рост организма;

4) Подпериод *зрелости* - это время расцвета всех функций организма, включая и продуктивность. Его продолжительность зависит от условий выращивания молодняка, кормления и эксплуатации взрослых животных. Характерен активный обмен веществ и

нормальные половые функции. У скороспелых животных этот период наступает раньше, чем у позднеспелых;

5) Подпериод *старения* - сопровождается снижением интенсивности обменных процессов, воспроизводительной функции и продуктивности. Идет процесс одряхления организма, приводящий его к смерти, который происходит быстрее у скороспелых животных и зависит во многом от их кормления и эксплуатации.

**Неравномерность роста.** Эта закономерность обусловлена неодновременностью закладки различных тканей и органов в онтогенезе из различных зародышевых листков, разной скоростью и продолжительностью их роста и развития. У животных всех видов в начале эмбриогенеза скелет интенсивно растет в длину, а далее появляются различия в его росте (осевой и периферический скелеты), которые и определяют, типы их роста.

а) у копытных животных, во второй половине утробного периода более интенсивно растет периферический скелет (кости конечностей - плечевая, лучевая, локтевая, пястная, бедренная, большая берцовая и плюсневая), а после рождения - осевой скелет (кости туловища - позвоночник, ребра, грудная кость, таз и др.). Эта особенность роста скелета выработалась в процессе эволюции, как приспособление сразу же после рождения к быстрому бегу. Новорождённые животные относительно длинноноги, с приподнятым задом, с коротким, плоским, не глубоким туловищем, с короткой головой и шеей;

б) у плотоядных, способных защищать своё потомство, в утробный период относительно интенсивно растут кости осевого скелета, а после рождения - периферического. Поэтому их потомки коротконоги, вытянуты. После рождения интенсивно начинают расти конечности;

в) у морских свинок осевой и периферический скелеты растут одинаково интенсивно в утробный период и после рождения.

#### Учёт роста сельскохозяйственных животных

В зоотехнической практике контроль роста осуществляется путем систематических взвешиваний и измерений растущего молодняка (при интенсивном росте контроль проводится чаще, чем при его замедлении). Для получения сопоставимых результатов взвешивать следует животных до кормления и посения (утром в одни и те же часы). Мелких животных (более скороспель и растут быстрее) взвешивают и измеряют чаще, чем крупных. Крупный рогатый скот и лошадей взвешивают (и измеряют) в первый день после рождения, затем в возрасте 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18 и 24 мес., а взрослых - раз в полгода или в год; (коров после доения и через 2 мес. после отела, чтобы наполнение вымени молоком и стельность не влияли на их живую массу); свиней - при рождении, в возрасте 1, 2, 4, 6, 9, 12, 18 и 24 мес., а овец - при рождении, в возрасте 1, 4, 12 и 24 мес. Полученные данные взвешиваний позволяют определить величину абсолютного и относительного прироста животных.

**Абсолютный прирост** - это прирост (массы или промера) в единицу времени. У крупного рогатого скота она возрастает примерно до 5 мес. и затем постепенно снижается до момента прекращения роста. Его вычисляют по формуле:

$$D = W_t - W_0, \text{ где}$$

D - абсолютный прирост;

$W_t$  - живая масса животного в конце периода учёта;

$W_0$  - живая масса животного в начале периода.

Если надо определить среднесуточный прирост, то используют формулу:

$$X = D / t, \text{ где}$$

t - время (сутки) между двумя взвешиваниями (измерениями) животного.

Среднесуточные приrostы за первые 6 мес. жизни в среднем составляют: для молочного скота - 600-800 г; для мясного скота - 1000-1200 г и для скота комбинированного направления продуктивности - 800-1000 г.

Довольно часто у двух растущих организмов величина абсолютного прироста бывает одинаковой, но это не означает, что процесс роста протекает у них идентично. Все будет зависеть от величины растущей массы животного. Меньший из двух растущих организмов, дающих одинаковый абсолютный прирост, испытывает большее напряжение процессов роста, т. к. на единицу его массы приходится более высокий суточный прирост (он должен расти интенсивнее, чтобы дать тот же прирост, иметь более высокий обмен веществ и интенсивность клеточного деления). Взаимоотношение между абсолютным приростом и величиной растущей массы животного показывает напряженность (энергию) его роста, для характеристики которой абсолютный прирост ( $W_t - W_0$ ) выражают в процентах от величины растущей массы ( $W_0$ ), т. е. определяют относительный прирост по формуле:

$$K = (W_t - W_0) / W_0 \times 100\%;$$

или по формуле С.Броди:

$$K = (W_t - W_0) / (W_0 + W_t) : 2 \times 100\%.$$

Наибольшую величину относительный прирост имеет в первые месяцы после рождения и далее с возрастом падает.

*Понятие о скороспелости.* Скороспелость - это наследственно обусловленная и зависящая от условий выращивания (кормление, уход и содержание) способность животных в наиболее короткий срок достигать оптимального развития и соотношения органов и тканей, что определяет сроки окончания их роста, наступления половой зрелости и возможности хозяйственного использования (начало яйцекладки, лактирования, постановки на откорм, использования в работе и т. д.). Она связана с конституцией - более скороспелыми обычно являются животные нежной рыхлой конституции, а животные грубой плотной - более позднеспелые.

*Продолжительность жизни и хозяйственного использования животных.*

Эти сроки зависят от вида, породы и скороспелости животных, от их конституциональных особенностей и здоровья, от условий их выращивания и эксплуатации, от назначения (на мясо, для работы и т. и д.), а также от условий содержания (температура, влажность, мицелий и др.). Сроки хозяйственного использования животных не совпадают с продолжительностью их биологической жизни.

Племенные животные используются в хозяйстве несколько дольше, чем пользовательные, т. к. от них стремятся получить побольше ценных потомков для ремонта стада.

Задание № 1. По индивидуальному заданию вычислить абсолютный, среднесуточный и относительный приrostы.

Задание №2. По данным первого задания начертить графики изменения живой массы, абсолютного, среднесуточного и относительного приростов животных.

Контрольные вопросы.

1. Как определить абсолютный прирост?
2. Как определяется среднесуточный прирост?
3. Как определить относительный прирост и на что он указывает?
4. Что такое рост и что такое развитие животных?
5. Продолжительность использования животных.

### Занятие № 3.

#### Тема: Учёт молочной продуктивности

**Цель:** Ознакомление с методами учёта молочной продуктивности коров.

**Оборудование:** плакаты, муляжи, практикум.

**Общие сведения.** Процесс молокообразования и молокоотделения (лактация) начинается с момента родов, и у животных разных видов имеет разную продолжительность: у диких и домашних животных, которых не доят, - только в период кормления потомства, а у тех, которых доят, - более длительное время.

Период от отела и до прекращения молокоотделения у крупного рогатого скота (запуск) называется *лактационным*. У молочного скота он продолжается около 300—305 дней (у кобыл 8—10, у овец 4-8 и у свиней до 1,5-2 мес.). От запуска до следующего отела продолжается *сухостойный период* (в среднем 60 дней). В первые 6-8 дней лактации в вымени образуется молозиво. В нем содержится много белка (при нагревании свертывается), жира (до 6 %), минеральных веществ, витаминов, имеются антитела (защитные вещества) и вещества, оказывающие стимулирующее действие на кишечник теленка, что облегчает его освобождение от первородного кала.

На протяжении лактации выделение молока происходит неравномерно. После отела суточный удой возрастает (в среднем до конца 1-го или начала 2-го мес. лактации), достигает максимальной величины (максимальный суточный удой), затем некоторое время находится более или менее на одном уровне и к концу лактации резко падает. Графическое изображение изменений величины удоя в течение лактации называется *лактационной кривой*. Снижение удоя объясняется тем, что коров на 2-3 мес. после отела осеменяют и с наступлением стельности гормоны плаценты и желтого тела оказывают тормозящее действие на молочную железу (происходит частичная регенерация альвеол, которые восстанавливаются в сухостойный период); 5-6 мес. стельности совпадает примерно с 7-8-м мес. лактации, в это время и

наблюдается снижение уровня удоя. Чем дольше после отела корову не осеменяют, тем дольше продолжается лактационный период и тем выше будет удой за данную лактацию. Период от отела до первого плодотворной осеменения называется *сервис-периодом*. На первый взгляд, продолжительность сервис-периода положительно сказывается на увеличении удоя коровы, по высокопродуктивные коровы являются ценностями племенными животными, от которых мы стремимся получить не только максимальную продуктивность, а и наибольшее количество высокооцененного потомства. Искусственное оттягивание, сроков осеменения коровы после отела уменьшает количество отелов за всю жизнь, количество полученного от нее потомства, снижает пожизненный удой и приводит к увеличению яловости. На величину молочной продуктивности оказывают влияние:

- а) наследственные (индивидуальные, породные и видовые) особенности скота;
- б) физиологическое состояние (стельность и болезни снижают удой);
- в) возраст (в среднем удой возрастает до 5-6 отелов, а затем снижается);
- г) возраст первого отела -тёлок покрывают в возрасте 16-20 мес. (т. е. в момент достижения 70% от живой массы полновозрастных коров). Чрезмерно раннее покрытие и стельность, задерживают развитие животного. Слишком поздняя случка снижает молочную продуктивность;
- д) продолжительность предыдущего сухостоя, т. к. в этот период животное подготавливается к следующей лактации. Если сухостойный период непродолжителен, то удой в последующую лактацию снижается в среднем на 10-15%;
- е) уровень кормления, который определяет количество и качество надоенного молока. Полноценное кормление в течение лактации повышает молочность, а скучное - угнетает жизнедеятельность организма и снижает молокопродукцию;
- ж) живая масса коров, которая в определенной мере характеризует развитие организма, а следовательно, и способность, перерабатывать на молоко больше корма. Для животных каждой породы существует оптимум увеличения живой массы коров, который сопровождается возрастанием удоя, а затем наступает обратная зависимость;
- з) сезон отела, массаж вымени, кратность доения, температура и влажность воздуха, тип конституции и др.

Оценивают животных не только по количеству надоенного молока, но и по массовой доли жира и белка. Содержание жира в молоке в основном обусловлено наследственными особенностями животных и в меньшей степени, чем удой, - влиянием внешней среды.

Установлено, что с повышением содержания жира молоке повышается и содержание в нем белка, а между величиной удоя и жирномолочностью существует небольшая отрицательная корреляция (но в каждом стаде можно найти коров с высоким удоем и хорошей жирномолочностью, которые являются ценным племенным материалом).

Довольно заметно изменяется содержание жира в молоке на протяжении одной лактации: в 1-й мес. после отела оно выше, чем на 2-3-м мес., и затем до конца лактации непрерывно возрастает (у некоторых коров от 2 до 9 %). На протяжении одного доения в первых дозах молока содержится 0,4—0,89 % жира, а в последних 10-12 % и более. С возрастом коровы содержание жир в молоке заметных изменений не имеет (в предел 0,1—0,2 %). Кроме этого, на жирномолочность влияют подготовка коров к отелу, мицон, массаж вымени и другие факторы.

Учет молочной продуктивности в некоторых племзаводах ведут ежедневно, что позволяет точно охарактеризовать каждую корову. В большинстве же хозяйств применяют метод контрольных доений, которые обычно проводят ежедекадно (раз в 10 дней)<sup>1</sup> Удой за каждый контрольный день умножают на 10 (получают удой за декаду); сумма трех таких произведений дает удой за соответствующий месяц лактации.

В других племенных хозяйствах молочную продуктивность определяют путем контрольных доек три или два раза в месяц от каждой коровы, в товарных хозяйствах - один раз в месяц. Можно вычислить удой за 305 дней путем умножения высшего суточного удоя на 200. Коэффициент молочности вычисляют по формуле:

$$K = (\text{удой} / \text{массу}) \times 100\%.$$

Молочность коров пород мясного направления продуктивности, свиноматок и других животных, которых не доят, устанавливают косвенно по живой массе приплода в определенном возрасте (у мясного скота в возрасте 205 дней, у свиней - в 21-дневном и т. д.). Молочность кобыл определяется по валовому надою молока за 6-8 мес. лактации (контрольные доения). В день контроля жеребенка к кобыле не подпускают.

Для определения содержания жира (и белка) от каждой коровы один раз в месяц в течение двух смежных суток из каждого удоя (пропорционально его величине) берут пробы молока для

анализа. Массовую долю жира и белка определяют на приборах «Лактан 1-4», «Лактан 1-4М», «Клевер-2», «Клевер-2М», «Экомилк», а также лабораторными методами. Материал о ежемесячных определениях жира и белка позволяют установить их содержание в молоке в среднем за лактацию. Для этого удой за каждый месяц умножают на содержание жира в молоке (определяют, количество 1 % молока за месяц), затем сумму этих произведений (общее количество 1 % молока), делят на фактический удой за 305 дней лактации. Полученное частное и будет показателем среднего содержания жира в молоке данной коровы за 305 дней лактации. Аналогично определяется среднее содержание в молоке белка за лактацию. Кроме этого, для характеристики продуктивности коровы определяют и количество молочного жира (белка), полученного от нее за 305 дней лактации, т. е. общее количество 1 % молока (по жири или белку) делят на 100 (поскольку в 100 кг 1% молока содержится 1 кг жира или белка).

При оценке коров по молочной, продуктивности обязательно определяют *скорость молокоотдачи*, т. е. количество молока, надоенного за 1 мин. У коров, имеющих высокий суточный удой, скорость молокоотдачи заметно выше, чем у коров с низким суточным удоем.

Молочную продуктивность коровы определяют за 305 дней или за укороченную лактацию. Удой по хозяйству определяют за календарный год.

Перерабатывающие предприятия принимают молоко с учётом содержания жира и белка. Для осуществления расчётов молоко переводят на молоко базисной жирности. В разных регионах базисная жирность различная. Общероссийская базисная жирность равна 3,4%. Перевод молока в базисную жирность осуществляется по формуле:

$$M_{б.ж.} = \frac{M_{ф.} \cdot Ж_{ф.}}{Ж_{б.ж.}}, \text{ где}$$

$M_{б.ж.}$  - масса молока базисной жирности;  $M_{ф.}$  - фактическая масса молока;  $Ж_{ф.}$  - фактическая жирность молока;  $Ж_{б.ж.}$  - базисная жирность молока.

Задание №1. По данным таблицы 1 определить молочную продуктивность, среднесуточный удой коров Астры 10 и Аурики 15 при проведении контрольных доек 1 и 2 раза в месяц. Построить лактационные кривые. Сделать заключение о продуктивности и характеристиках лактационных кривых коров.

Таблица 1 – Месячные удои коров Астры 10 и Аурики 15.

Месяц лактации	Кличка и инвент. номер коровы	Контрольные доеки 2 раза в месяц (1 и 15 числа)		Контрольные доеки 1 раз в месяц (20 числа)
		1	2	
1	Астра 10	25,0	26,8	21,6
	Аурика 15	24,6	21,4	21,5
2	Астра 10	25,8	25,0	25,4
	Аурика 15	22,2	22,8	25,4
3	Астра 10	22,2	21,4	23,6
	Аурика 15	23,2	24,2	23,1
4	Астра 10	17,6	19,6	20,8
	Аурика 15	19,6	20,0	19,7
5	Астра 10	22,8	18,8	17,2
	Аурика 15	18,6	18,4	17,0
6	Астра 10	18,8	17,2	15,2
	Аурика 15	18,6	16,0	14,8
7	Астра 10	14,0	14,6	14,4
	Аурика 15	16,2	13,2	14,2
8	Астра 10	15,0	11,8	12,6
	Аурика 15	12,6	12,2	12,4
9	Астра 10	12,4	11,6	11,8
	Аурика 15	10,2	11,4	11,4
10	Астра 10	8,8	5,6	8,2
	Аурика 15	10,0	8,0	8,0
11	Астра 10	2,8	-	-
	Аурика 15	4,8	-	-
Удой за лактацию				
Разница ( $\pm$ )				

Задание №2. Определить среднее содержание жира и белка за лактацию у коровы, если известны месячные удои, содержание жира и белка в среднем за месяц (по индивидуальному заданию). Построить лактационную кривую и сделать заключение по содержанию жира и белка в течение лактации.

Контрольные вопросы.

1. Что такое лактация?
2. Что такое сухостойный, лактационный и сервис-период?
3. Какова средняя продолжительность лактационного периода коров?
4. Как определяется удой коров за сутки?
5. Как определяется продуктивность коров за лактацию?
6. Что такое коэффициент молочности?
7. Как определить содержание жира в молоке за лактацию?
8. Что такое молоко базисной жирности?
9. Как определить количество молока базисной жирности?
10. Как определяется молочность мясных коров, кобыл и свиноматок?

#### Занятие № 4.

##### **Тема: Ускоренная оценка коров по молочной продуктивности**

**Цель:** Ознакомление с методами ускоренной оценки молочной продуктивности коров.

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** Оценку и отбор молочных коров по продуктивности обычно проводят за 305 дней первой лактации, уточняя эту оценку в последующие лактации. Чтобы эффективнее использовать каждое животное, надо как можно раньше определить его продуктивные качества.

Попытка ускорить оценку животных по продуктивным и племенным качествам было сделано много. Но в основном используют два пути:

1. Обеспечивают интенсивное выращивание ремонтного, молодняка, чтобы бычки во все возрастные периоды имели живую массу на 20 %, а телочки на 15 % выше требований стандарта породы. Это позволяет использовать сперму бычков уже с 12-месячного возраста, а их -дочерей осеменять в возрасте 15 месяцев.

2. Оценивают молочных коров, хотя бы предварительно, по первым отрезкам лактации. В данном случае надо (определить, насколько такая оценка будет совпадать (коррелировать) с общепринятой оценкой коров по молочной продуктивности за 305 дней лактации и насколько она будет объективной для оценки коров, даже в том случае, если молочность за первые или другие отрезки лактации будет в значительной мере не совпадать с фактическим удоем за 305 дней.

Процесс молокообразования и выделения сложный секреторный процесс, рефлекторно регулируемый нервной системой и различными гормонами. Изменение удоев с течением лактации имеет закономерный характер. После отела коров идет нарастание молочности до 1-2 месяцев, а затем постепенное уменьшение ее и резкое: падение к концу лактации; Следовательно, на отдельных отрезках лактации в вымени коров образуется неодинаковое количество молока, изменяется в течение лактации и его качественный состав (содержание жира, белка и других веществ). Если лактация имеет закономерный характер, ее называют нормальной лактацией (нормальная лактационная кривая). Но эта закономерность может в значительной мере изменяться под влиянием условий кормления животных, продолжительности сухостойного периода, срока наступления стельности, раздоя и других факторов. Поэтому установить, насколько оценка продуктивных качеств молочных коров за первые отрезки лактации (60-90-120 дней) совпадает с оценкой за 305 дней, и тем самым ускорить оценку можно лишь в тех хозяйствах, где лактация животных не нарушается какими-либо неблагоприятными факторами, где во все сезоны года созданы благоприятные условия кормления и содержания коров. Но, нередко в различные периоды условия кормления животных неодинаковы. Поэтому оценка коров молочной продуктивности за первые отрезки лактации не совпадают с оценкой по удою за 305 дней лактации.

Давно известны попытки оценивать коров по молочной продуктивности не за всю лактацию, а лишь за ее отрезки. Умножая удой за тот или иной отрезок лактации (высший суточный, высший месячный и т. п.) на определенный коэффициент, получают условный удой за 300 или за 305 дней лактации. Коэффициенты вычисляют заранее по лактациям в типичных условиях кормления и содержания коров. Для этого предлагались: а) коэффициенты Вильсона (вычисляют делением удоя за 305 дней на высший суточный удой); б) коэффициенты Тернера

(вычисляют делением удоя за 305 дней на высший месячный удой); в) коэффициенты Калантара, представляющие собой долю трех месячных или трех суточных удоев от удоя за 305 дней лактации.

Однако в практике племенной работы эти методы не нашли широкого применения. Для ускоренной оценки коров удобнее пользоваться абсолютными величинами удоя за два, три или четыре месяца лактации или вычислять высший месячный удой, который обычно получают за второй месяц лактации. Такая оценка в настоящее время приобретает большое практическое значение в связи с организацией на молочных комплексах и в обычных хозяйствах контрольных дворов по раздому коров первотёлок, где отбор животных проводят для комплектования основного стада после трёх-четырёх месяцев раздоя.

Существует высокая корреляционная связь между удоями за 100, 150, 200 дней лактации и фактическим удоем за 305 дней лактации, г равен +0,72, +0,80, +0,86.

Для перевода молочной продуктивности за первые 100 дней лактации в молочную продуктивность за 305 дней рекомендуется использовать коэффициенты перевода.

Для более ранней оценки продуктивности коров можно рекомендовать оценивать коров не по первым отрезкам лактации, а по месячному удою, полученному в наиболее благоприятный по кормовым условиям сезон года (июнь, июль, август). Чтобы сопоставить такую оценку с общепринятой за 305 дней лактации, удой за лучший по кормовым условиям месяц умножают на коэффициент, вычисленный по характерным для породы лактационным кривым, полученным при равномерном по сезонам года благоприятном кормлении животных с учетом возраста, месяца лактаций и продолжительности сервис-периода.

Удой за лучший по кормовым условиям месяц, переведенный с помощью коэффициента в теоретический (возможный) удой за 305 дней лактации, показывает такую величину молочности, которая у данной коровы должна быть при полноценном кормлении во все сезоны года. Применение коэффициентов как бы «возвращает» в оценку коровы ту часть продуктивности, которая недополучена в результате недокорма в стойловый период.

Удой, вычисленный с использованием коэффициентов в условиях неравномерного в течение года кормления, будет не совпадать с фактическим удоем за 305 дней, но при этом оценка коровы по теоретическому удою будет объективнее отражать продуктивные способности животного. Для определения жирности молока следует использовать коэффициенты перевода.

Задание №1. Оценить коров за полную лактации по удою за месяц по следующим данным:

1. Корова Вишня 125 имела удой за первый месяц лактации 620 кг, содержание жира в молоке – 3,8%, продолжительность сервис-периода -56 дней;
2. Корова Корона 45 имела за третий месяц лактации 589 кг молока, содержание жира – 4,1%, продолжительность сервис-периода -26 дней;
3. Корова Нерка 20 имела за пятый месяц лактации удой 450 кг, с жирностью молока 3,6%, продолжительность сервис-периода 90 дней;
4. Корова Зена 10 имела удой за 6 месяц лактации удой 420 кг, с жирностью молока 3,7%, продолжительность сервис-периода 121 день;
5. Корова Прима 110 имела удой за вторую лактацию 710 кг, при содержании жира в молоке 3,9%, продолжительность сервис-периода 69 дней.

Задание №2. По полученным результатам задания №1 рассчитать фактический удой за 305 дней по коэффициентам Тернера и Калантара.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Чем обусловлена необходимость оценки коров по продуктивности по укороченной лактации?
2. Какие существуют методы оценки коров по укороченной лактации?
3. Что означают коэффициенты Тернера, Калантара и Вилькенса?

### **Занятие № 5**

#### **Тема: Учёт мясной продуктивности.**

**Цель:** Ознакомление с методами учёта мясной продуктивности животных.

**Оборудование:** плакаты, муляжи, практикум.

**Общие сведения.** Мясо в основном получают от крупного рогатого скота, свиней овец, птицы, а также лошадей, кроликов, коз, северных оленей и других животных.

О мясных качествах животных судят:

- а) по экстерьеру и упитанности (соотносительное развитие отдельных частей тела, окороков, задней трети туловища, развитию костяка и др.; по глубине, ширине и длине тела; по развитию мускулатуры и т. д. Упитанность, определяемая путем осмотра и

ощупывания мест жироотложения, у крупного рогатого скота, овец и лошадей подразделяется на высшую, среднюю, ниже среднюю и тощую, а свиней на мясную, беконную, жирную и тощую);

- б) по живой массе, которая, в свою очередь, зависит от вида животного, породы, возраста и уровня кормления;
- в) по скороспелости (в данном случае под ней понимают способность животного при определенных условиях кормления и содержания достигать известной массы).

У свиней, например, это число дней, за которое они достигают массы 100 кг);  
г) по оплате корма приростом (у молодняка она выше);  
д) по способности к откорму (молодняк откармливать труднее, чем взрослых животных; самцов - труднее самок) и т. д., но главное - по убойной массе, убойному выходу и качеству мяса.

*Убойная масса* — это масса обескровленной туши (мясо на костях) без головы, кожи, внутренних органов с содержимым, конечностями (по запястные и скакательные суставы), хвоста, но с внутренним жиром.

Убойная масса, выраженная в процентах от предубойной массы животного (после положенной на мясокомбинатах 24 часовой голодной выдержки), называется *убойным выходом*. Животные разных видов, имеют различный убойный выход (в среднем): крупный рогатый скот 55-56 %, свиньи – 75-85, овцы - 44-52 % (до 60), птица (полупотрошеная) – 77-81% (полупотрошеные - туши, у которых удалены кишечник с клоакой, зоб, яйцевод (у женских особей), потрощенные - туши, у которых удалены все внутренние органы, голова (между вторым и третьим шейными позвонками), шея (без кожи) на уровне плечевых суставов, ноги по заплюсневый сустав или ниже него, но не более чем на 20 мм. Внутренний жир нижней части живота не удаляется), кролики 45-55 и лошади – 47-60 %. Убойный выход зависит от упитанности животного (у тощего он ниже, чем у жирного); от вида животного (наибольший у свиней), от породы (у молочного скота он меньше, чем у мясного, от возраста (у молодых животных она ниже, чем у взрослых) и от пола, от возраста (у молодых животных он ниже, чем у взрослых) и от пола.

Коэффициент мясности – это отношение массы съедобных частей к массе несъедобных частей (костей и сухожилий).

Дополнительным показателем мясных качеств скота может служить индекс мясности (индекс Грегори). Его определяют по формуле:

Индекс мясности = полуобхват зада / высоту в холке x 100%.

После проведения контрольного откорма потомства продуктивность маток оценивают дополнительно последующим показателям: возрасту достижения потомками массы 100 кг (скороспелость); затратам корма на 1 кг прироста живой массы; толщине шпика над 67-грудными позвонками; длине туши; массе задней трети полутуши (окорока), площади «мышечного глазка».

Для производства мяса наиболее, желательны животные нежной рыхлой конституции. При определении *качества мяса* учитывают такие показатели, как нежность, сочность, цвет, запах, вкус, накопление и распределение жира, соотношение полноценных и неполноценных белков (БКП – белково-качественный показатель, который выражается соотношением триптофана к оксипролину), калорийность, химический состав, соотношение в тушке мышц и костей, влагоудерживающая способность, увариваемость и др. Для определения живой массы пользуются следующими методами:

1. Взвешивание (самый точный).

2. Метод Трухановского.

Определяют живую массу взрослого скота по формуле:

$$M = A \times B \times K, \text{ где}$$

М - масса животного, кг;

А - обхват груди за лопатками, см;

В - длина туловища, измеренная мерной палкой, см;

К — поправочный коэффициент (2 — для скота молочных пород и 2,5 — для молочно-мясных и мясных пород).

3. Метод Дюрста (в основном для лошадей, у крупного рогатого скота погрешность 20-30 кг).

$$M = \text{Обхват груди} \times K, \text{ где}$$

М — живая масса, кг

К - коэффициент (2,7 — для легких лошадей; 3,1 - для средних; 3,5 - для тяжелых).

Задание №1. По индивидуальному заданию определить убойный выход, коэффициент мясности и оплату корма у бычков. Сделать вывод о целесообразности скрещивания двух пород.

Задание №2. По индивидуальному заданию определить выход туши, выход шкуры и убойный выход бычков разных групп, сравнить показатели разных групп и сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какими методами определяется живая масса животных?
2. Что такое предубойная масса животного?
3. Как определяется убойная масса?
4. Что такое убойный выход?
5. Как определяется масса туши?
6. Что такое коэффициент мясности?
7. По каким показателям определяется мясная продуктивность животных?
8. Что такое белковоизмененный показатель мяса?

## Занятие №6

### Тема: Оценка репродуктивных качеств свиней

**Цель занятия:** ознакомление с методами определения репродуктивных качеств свиноматок и хряков-производителей.

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** При оценке хозяйствственно-полезных признаков свиней оценивают и некоторые специфические показатели, которым придают важное значение при отборе и подборе. К ним относятся репродуктивные качества: 1) многоплодие, определяемое числом живых поросят при рождении; 2) молочность (масса гнезда поросят на 21-й день после рождения); 3) масса гнезда поросят в 2-месячном возрасте; сохранность поросят (количество поросят к отъёму от матери), плодовитость (количество поросят, полученных от свиноматки за всё время эксплуатации).

Проверяемых маток оценивают по результатам первого опороса; маток, имеющих два опороса и более по средним показателям всех учтённых к моменту бонитировки опоросов. Если, в каком-либо опоросе поросят при рождении или отъёме было 6 и менее, то такой опорос считается «аварийным» и при вычислении средних показателей продуктивности исключается из обработки.

При более углубленной племенной работе желательно, кроме перечисленных выше данных (согласно действующей инструкции по бонитировке), учитывать еще и такие показатели, как крупноплодность (средняя живая масса одного поросенка при рождении), выживаемость (число поросят, выращенных до отъема, в процентах от числа родившихся).

О воспроизводительных качествах хряков судят по оплодотворяющей способности, определяемой по формуле:

Для определения воспроизводительной способности хряков Б.П. Волкопялов рекомендует использовать формулу:

$X = (\text{количество супоросных маток} + \text{количество опоросившихся маток} + \text{количество} \text{абортировавших маток}) / \text{количество покрытых маток} \times 100 \%$ .

Кроме того, при определении репродуктивных качеств хряков учитывают такие показатели, как объём эякулята, концентрация сперматозоидов, активность спермы и другие показатели.

Для отбора в маток по воспроизводительным качествам В.А. Коваленко и И.Н. Журавлёвым предложен индекс, условно названный комплексным показателем воспроизводительных качеств (КПВК). Он определяется по формуле:

$$\text{КПВК} = 1,1X_1 + 0,3X_2 + 3,3X_3 + 0,35X_4,$$

где  $X_1$  – многоплодие, гол.,  $X_2$  – молочность, кг,  $X_3$  – количество поросят к отъёму в 2-месячном возрасте, гол.,  $X_4$  – масса гнезда при отъёме, кг.

Схема селекции в материнских линиях с использованием КПВК очень простая: для ремонта от лучших маток оставляют всех normally развитых свинок (3-5 голов), все они оцениваются по двум первым опоросам, и в ведущую группу вводятся лишь те семьи, где КПВК наиболее высокий.

Задание №1. Проследить возрастную динамику репродуктивных качеств свиней и сделать выводы об оптимальном возрасте первого покрытия племенных свинок (по индивидуальному заданию).

Задание №2. С целью отбора в ведущую группу определить КПВК группы свиноматок после 2 опороса и отобрать лучшую семью по индивидуальному заданию.

Контрольные вопросы

1. Что такое многоплодие свиноматок и как оно определяется?
2. Как определяется молочность свиноматок?
3. Как определяется сохранность поросят?
4. Как определяется комплексный показатель воспроизводительных качеств свиноматок?

## Занятие № 7

### Тема: Определение породности животных

**Цель:** Ознакомление с методами определения породности животных.

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** Породность животных обычно устанавливают при ежегодно проводимой бонитировке. Для определения степени породности пользуется методикой, приведенная в инструкции по бонитировке.

#### *Определение породности.*

1. Породность животных определяется на основании их документально подтвержденного происхождения с обязательным осмотром животных. По породности животные подразделяются на чистопородные и помеси.

2. Чистопородным является животное, мать и отец которого являются представителями одной и той же породы, в том числе представителями разных типов одной и той же породы. Чистопородным является также животное, кровность которого превышает 15/16 кровности по породе родителей.

3. Помесью является животное, мать и отец которого относятся к представителям разных пород, а также животное, у которого хотя бы один из родителей не является чистопородным животным (за исключением животного, кровность которого превышает 15/16 по породе обоих родителей).

4. Породность помеси устанавливается в зависимости от кровности по породе матери;

а) потомство от скрещивания животных двух разных пород относится к помесям I поколения (1/2 кровности по породе матери);

б) потомство от скрещивания помесей I поколения с чистопородными животными улучшающейся породы относится к помесям II поколения (3/4 кровности по породе матери);

в) потомство от скрещивания помесей II поколения с чистопородными животными улучшающейся породы относится к помесям III поколения (7/8 кровности по породе матери);

г) потомство от скрещивания помесей III поколения с чистопородными животными улучшающейся породы относится к помесям IV поколения (15/16 кровности по породе матери).

В племенной работе нередко возникает потребность более четко определить у животных степень влияния на потомство наследственности той или иной породы при межпородных скрещиваниях или при внутрипородном спаривании помесей разных поколений. Для этого вычисляют у животного доли крови пород. Понятия «кровность» и «доли крови» использовались в зоотехнии с давнего времени. По Е. А. Богданову, распределение доли крови в поколениях выглядит следующим образом:

I поколение 1/2 крови породы А + 1/2 крови породы В = 50 % А + 50 % В.

II поколение 3/4 крови породы А + 1/4 крови породы В = 75% А + 25 % В.

III поколение 3/8 крови породы А + 5/8 крови породы В = 37 % А + 63 % породы В.

IV поколение 11/16 крови породы А + 5/16 крови породы В = 69 % А + 31 % В.

V поколение 11/32 крови породы А + 21/32 крови породы В = 34 % + 66 % В.

Доли крови вычисляют не только в процентах, но и в абсолютных числах. Например, производителя с долей крови 7/8 по породе А и 1/8 по породе В спаривали с маткой, имеющей 3/4 доли крови породы А и 1/4 породы В. Потомство от такого спаривания будет иметь кровность:

по породе А  $7/8 + 3/4 = 7/8 + 6/8 = 13/16$ ;

по породе В  $1/8 + 1/4 = 1/8 + 2/8 = 3/16$ .

При выполнении задания надо также построить схемы воспроизводительного и вводного межпородных скрещиваний. Рассчитайте распределение долей крови при воспроизводительном, вводном и переменном скрещивании животных для следующих вариантов.

Задание №1. Рассчитайте распределение долей крови при воспроизводительном скрещивании при выведении нового типа мясного скота, при котором применяли

четырёхпородное воспроизводительное скрещивание. Корову симментальской породы спаривали с быком шаролезской породы. Помесную корову, полученную в результате такого скрещивания, спаривали с помесным быком от скрещивания коровы серой украинской породы с быком кианской породы. Помесную корову, полученную в результате такого скрещивания, спаривали с чистопородным шаролезским быком. Составьте схему скрещивания и определите доли крови (в процентах и абсолютных показателях) использованных пород в каждом поколении, включая последнее.

Задание №2. После разведения скота холмогорской породы приступили к переменному скрещиванию с использованием быков джерсейской породы. Составьте схему скрещивания. Рассчитайте в процентах и абсолютных показателях доли крови у помесей десяти поколений.

Контрольные вопросы.

1. Что понимают под термином «породность»?
2. Какие животные называются чистопородными?
3. Какие животные называются помесными?
4. По какой породе - матери или отца, устанавливают кровность помесных животных?
5. Что такое доля крови и как её считают?

### Занятие № 8

#### Тема: Использование инбридинга в племенных хозяйствах

**Цель:** Ознакомление с методами определения инбридинга животных.

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** Из практики племенной работы известно, что в зависимости от индивидуальных особенностей животных в одних случаях при использовании инбридинга получают высокопродуктивных животных без снижения их жизнеспособности конституциональной крепости, в других случаях родственное спаривание приводит к так называемой инbredной депрессии. Поэтому необходимо постоянно изучать последствия применения инбридинга, чтобы знать, когда его можно использовать, и когда нет. При этом учитывают степень инбридинга, пользуясь простым и удобным методом, предложенным А. Шапоружем. Подсчитывают ряды родословной, в которых встречается общий предок, считая первым рядом отца и мать. Запись, проводят римскими цифрами, начиная с материнской стороны родословной. Цифры, показывающие ряды повторяющихся предков в каждой стороне родословной, разделяют запятыми, а повторение в обеих половинах родословной - знаком тире.

Различают следующие степени инбридинга: очень тесный инбридинг – II, II-II, II (сестра - брат); I-II (мать - сын); II-I (дочь - отец); близкий инбридинг – II-II (полусибы), I-III, III-I, II-III, III-II (бабушка — внук, внучка — дед и т. д.); умеренный инбридинг — общий предок встречается в III-IV, IV-III, IV-IV; отдалённый инбридинг — общий предок встречается в V-V, V-VI рядах родословной. Если общий предок встречается дальше шестого ряда, то животное считается аутбредным.

Если общий предок в материнской или отцовской половине родословной встречается несколько раз, то пишут разделенные запятой римские цифры, обозначающие ряды, в которых он встречается в материнской половине: родословной, а затем (после тире) и римские цифры, означающие ряды, в которых он же встречается в отцовской половине родословной.

Так, запись III, III-IV, V свидетельствует о том, что у пробанда, общий предок встречается в материнской половине родословной дважды в третьем ряду, а в отцовской в четвертом и пятом рядах.

В том случае, когда общий предок повторяется (встречается) только в одной половине родословной, а в другой его нет, при записи с той стороны (от тире), где нет этого общего предка, ставят ноль, а с другой - цифры, указывающие ряды предков, в которых он встречается.

В частности, запись O-II, III означает, что в данном случае путем родственного спаривания был получен не пробанд, а один из его родителей (в нашем примере отец).

Используя способ записи инбридинга по рядам предков, можно определить и степень родства спариваемых животных по классификации, предложенной Пушем (в зависимости от наличия и близости повторяющихся предков генетические последствия инбридинга, также будут разными).

При анализе родословных следует четко представлять себе положение в них общего предка (его место в родословной) при различных степенях родства и помнить, что нельзя говорить о родственном спаривании вообще, а надо указывать его конкретные степени, имеющие различное, влияние на потомство в силу своей генетической неоднозначности.

Рассмотрим учет и определение степени родства на следующем примере (табл. 2):

Таблица 2 - Корова Бледная (костромская порода) имела родословную

Большая				Добрый					
Богатая		Богатырь Д		Дочка		Богатырь Д			
Белянка	<input type="checkbox"/>	Фат	Белянка	Скиталец	Схимница	Артур	Белянка	<input type="checkbox"/>	Скиталец

В родословной коровы Бледной общим предком является бык Богатырь, который находится во втором ряду предков, как в материнской половине родословной, так и в отцовской. Инбридинг на Богатыря следует записать как II—II, т. е. кровосмешение.

Вторым повторяющимся предком в родословной будет корова Беляна, которая встречается дважды в третьем ряду со стороны матери и один раз в третьем же ряду со стороны отца. Но ввиду того, что Беляна является матерью уже учтенного предка коровы Бледной (пробанд) быка Богатыря, ее отдельно в этом сочетании (то есть через Богатыря) не учитывают, так же, как и отца Богатыря -Скитальца (они уже были учтены в Богатыре). Но из родословной следует, что Беляна еще является матерью коровы Богатой и через нее передает свои гены пробанду (т. е. корове Бледной). В связи, с этим, ее следует учесть в новом сочетании как мать коровы: Богатой и быка Богатыря, т. е. III-III. (близкое родство).

Предложенный Шапорушем и Пушем метод (путем учета рядов предков) прост, удобен, нагляден, позволяет быстро ориентироваться в наличии инбридинга по родословной и установить его степень. Однако он не дает количественной характеристики степеней инбридинга.

Известно, что одно из генетических следствий инбридинга - нарастание гомозиготности по многим генам. Опираясь на это положение, американский ученый С. Райт (1921) предложил метод количественного учета степени инбридинга путем вычисления коэффициента инбридинга (несколько видоизмененного проф. Д. А. Кисловским) или коэффициента возрастания гомозиготности (F) по формуле:

$$F = \Sigma [(1/2)^{n+n_1-1} \cdot (1+f_a)], \text{ где}$$

F – коэффициент инбридинга или возрастания гомозиготности;

(1/2) – доля наследственности, получаемой от матери и отца;

n – ряд в родословной, где встречается общий предок с материнской стороны;

n<sub>1</sub> – то же с отцовской стороны;

f<sub>a</sub> – коэффициент инбридинга для общего предка, выраженный в долях единицы.

Если в родословной встречается не один, а несколько общих предков, то формула приобретает вид:

$$F = \Sigma (1/2)^{n+n_1-1}.$$

Коэффициент инбридинга можно выражать и в процентах. Для этого полученную по формуле величину умножают на 100.

В зависимости от степени инбридинга, продолжительности его применения, индивидуальных генотипических особенностей спариваемых животных инбредная депрессия проявляется поразному. При этом наблюдается снижение продуктивности, ослабление конституции, снижение плодовитости, появляются пороки экстерьера, снижение резистентности, появление уродств, эмбриональной смертности и мертворождённого потомства. На основании этих фактов многие учёные предпочли избегать инбридинга, вплоть до полного отказа от его использования. Однако имеются немало фактов, свидетельствующих о положительном влиянии инбридинга.

Недопустимо использование в хозяйствах стихийного инбридинга. В племенных хозяйствах допускается целеустремлённый инбридинг и, как правило, при линейном разведении. Цель такого близкородственного спаривания заключается в следующем: сохранение достоинств наиболее ценных животных и консолидация наследственности, концентрация задатков выдающихся предков, поддержание генетического сходства потомков с родоначальниками линий.

Задание №1. По индивидуальному заданию рассчитать коэффициент инбридинга по Райту для коровы.

Задание №2. по индивидуальному заданию рассчитать степень инбридинга по Шапоружу-Пушу. Контрольные вопросы.

1. Что такое инбридинг?
2. Как классифицируется инбридинг?
3. В каких случаях можно использовать инбридинг?
4. Какие методы определения инбридинга существуют?
5. Формула накопления гомозиготности по Райту.

## Занятие № 9

### Тема: Построение генеалогических схем стада и её анализ

**Цель:** Ознакомление с методами составления генеалогических схем стада и приобретение навыков анализа и использования племенных записей для построения на их основе генеалогических схем семейств и целых стад.

**Оборудование:** плакаты, практикум, племенные свидетельства, племенные карточки.

**Общие сведения.** Маточным семейством называется высокопродуктивная группа племенных женских особей, происходящих от выдающейся родоначальницы, обладающих спецификой качеств, передаваемых потомству. Успех разведения породы по линиям достигается при соответствующей работе с семействами, качественные особенности представителей которых, как и в линиях, создаются и поддерживаются целенаправленным отбором, подбором и выращиванием. Таким образом, работа с семействами тесно связана с разведением породы по линиям. По численности семейства значительно уступают линиям. Обычно в племенных хозяйствах имеется несколько семейств.

Для облегчения племенной работы, требующей знания родственных связей внутри стада, выявления ее эффективности в прошлом, определения направления племенного подбора в стаде на будущее и организации самого подбора, полезно, заранее составить по способу пересекающихся родословных удобную для пользования генеалогию стада.

Генеалогическая структура стада представляет собой таблицу в левой стороне которой по вертикали снизу вверх записаны и номера всех производителей в хронологическом порядке их использования в хозяйстве за определенный период (8—10 и более). В нижней горизонтальной строке таблицы обозначены в виде кружков самки, ставшие родоначальницами; их потомки - женские в виде кружков, а мужские - в виде квадратов - соединены прямой линией с родоначальницами и помещены на горизонтальных строчках в соответствии с их происхождением от определенных, обозначенных в левой вертикальной колонке производителей. При таком расположении дочерей, внучек, правнучек на каждой горизонтали могут полагаться потомки от разных родоначальниц, но только от производителя. В каждом кружке или около него ставится номер и кличка животного и его основные хозяйствственные показатели (масса, продуктивность и др.). Таким образом, у каждого потомка, занесенного в таблицу, легко найти родителей и более отдаленных предков, а также и потомков, которые были от него получены, и проследить за изменением показателей продуктивности и других показателей в каждом семействе по поколениям.

Генеалогическая таблица дает возможность быстро найти животное и установить его происхождение (вниз по вертикали располагается мать, еще ниже - бабка и т. д., налево по горизонтали отец).

Можно выделить наиболее ценные и перспективные семейства, с которыми целесообразно вести работу. Отчетливо видно, какие производители и в какое время использовались в хозяйстве, что они дали в сочетании с матками отдельных семейств, в каком направлении и как осуществлялся отбор и какие формы подбора (в частности, родственное или неродственное спаривание) были использованы и какие получены результаты.

Если было допущено родственное спаривание, например, II—I (отец x дочь), то в таблице мать и ее потомок, соединенные прямой, будут помещаться в одной и той же горизонтальной строке в соответствии с их происхождением от одного, и того же производителя. Если потомка какой-нибудь родоначальницы в будущем стали использовать в данном хозяйстве в качестве водителя, то его записывают в левую вертикальную колонку, и, таким образом, он фигурирует в таблице дважды.

Учет происхождения животных по таблице позволяет проводить более обоснованный подбор их друг к другу.

**Задание №1.** Используя родословные коров по индивидуальному заданию составить генеалогическую структуру стада.

**Задание № 2.** Используя имеющиеся на кафедре племенные карточки и племенные свидетельства составить генеалогическую структуру стад.

Контрольные вопросы.

1. Что такое семейство? Дать определение. Каково его значение в племенной работе со стадом?
2. Что такое генеалогическая схема стада?
3. Как построить генеалогическую структуру стада?
4. На что обратить внимание при анализе семейств стада и как правильно провести анализ достоинств того или иного семейства.

## Занятие № 10

### Тема: Оценка быков-производителей и коров по воспроизводительным качествам

**Цель:** Ознакомление с методами оценки быков-производителей и коров по воспроизводительным качествам и овладение навыками оценки быков и коров по воспроизводительным качествам.

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** Воспроизводительная функция коров зависит от большого количества относительно независимых факторов: возраста, хозяйственной зрелости, регулярности половых циклов, количества отёлов, продолжительности межотёльного и сервис-периодов, оплодотворяемости от первого осеменения, эмбриональной смертности приплода и других достаточно меняющимся условиям внешней среды. Кроме того, поскольку воспроизводительная способность маток зависит от характера взаимодействия особенностей воспроизводительной функции мужских и женских особей, то за плодовитостью следует оценивать, как коров, так и быков-производителей.

Воспроизводительная способность племенного производителя определяется количеством, качеством и оплодотворяющей способностью спермы. Спермопродукция быков, баранов, хряков и жеребцов подвержена значительным колебаниям и зависит от возраста, индивидуальных особенностей, интенсивности использования и др. Оценивают по воспроизводительной способности всех производителей племпредприятий и станций по искусственно осеменению животных. Важным показателем воспроизводительной способности производителей является их половая активность. От особенностей ее проявления и будет прежде всего зависеть возможность их использования. Чем выше половая активность производителя, тем больше он продуцирует спермы и лучше ее качество.

Количественные и качественные показатели спермы зависят от условий кормления, содержания, возраста, интенсивности использования производителей, его породных особенностей и некоторых других факторов.

В настоящее время разработано большое количество методов оценки качества спермы: визуальный (по объему, цвету, запаху, консистенции), глазомерный под микроскопом по активности и густоте спермиев, соотношению патологических и незрелых спермиев, абсолютному показателю и живучести и т. д. Действующими инструкциями по искусственно осеменению сельскохозяйственных животных предусмотрено каждый эякулят производителей оценивать: визуально (по объему, цвету и т. д.), микроскопически — на густоту (концентрацию) и активность (подвижность) спермиев.

Наиболее важный показатель воспроизводительной способности производителей — оплодотворяющая способность спермы. Зависит этот показатель также от условий кормления и содержания самок, генетического сочетания родительских особей, квалификации техников по искусственно осеменению животных и т. д.

Оплодотворяющую способность спермы проверяемых быков определяют по числу повторных осеменений. Если число коров с повторными осеменениями превышает 50 %, то таких быков из проверки исключают.

Спермой одного быка должно быть осеменено не менее 80—100 коров и телок. Старых (старше 7 отёлов), гинекологически больных коров из оценки исключают.

Не допускают к спариванию животных, находящихся в близком родстве (в степенях I—II, II—III, I-III). Осеменять коров желательно в сжатые сроки (в течение 3—4 месяцев).

Для объективной оценки производителей по оплодотворяющей способности за каждым хозяйством закрепляют 2-3 быка. В свою очередь, за каждым быком закрепляют по 2-3 хозяйства, что дает возможность учесть влияние условий кормления и содержания коров и телок в отдельных хозяйствах. Одним из основных показателей, характеризующих воспроизводительную способность коров, является период между отёлами (межотёльный период). Он определяется продолжительностью стельности и времени от отёла до оплодотворения (сервис-периодом). Межотёльный период учитывает почти все случаи нарушения воспроизводительной функции у коров.

Недостатком оценки воспроизводительной функции по величине межотёльного периода является то, что воспользоваться им мы можем только после второго отёла. Кроме того, он не учитывает отбракованных в результате бесплодия телок и первотёлок, а это искажает действительное положение физиологической функции половой системы коров. Абсолютное значение межотёльного периода определяется как сумма дней стельности и продолжительности сервис-периода. То есть он определяется по формуле:

$$МОП = СП + 285,$$

где МОП – продолжительность межотельного периода, 285 – средняя продолжительность стельности коров.

Для оценки межотельного периода, кроме абсолютного значения, можно пользоваться формулой

$$\Phi. \Phi. Эйснера: ИМОП = 5 + (2 + 0,5N) \cdot \cos[(МОП_{\phi} - \frac{\min}{\max}) \cdot \pi]$$

где ИМОП - индекс межотельного периода, баллов; МОП<sub>ф</sub> - фактическая продолжительность межотельного периода оцениваемой коровы, дней; min, max - минимальное и максимальное значение продолжительности межотельного периода в данном стаде, дней; N - продолжительность межотельного периода у оцениваемой коровы; 0,5 и 2 - эмпирические поправочные коэффициенты; cos - тригонометрическая функция, которая превращает выражение в скобках в баллы  $\pi$ -математическая константа 3,14.

По данному индексу оценку коров проводят дифференцированно - в зависимости от количества отёлов или МОП. При равнозначной продолжительности межотельного периода коровы, которые имеют один МОП, могут получить максимальный балл 7,5, а минимальный - 2,5; при двух МОП – соответственно, - 8,0 и 2,0; при трёх - 8,5 и 1,5; при четырёх - 9,0 и 1,0; при пяти - 9,5 и 0,5; при шести и более - 10,0 и 0 баллов.

Поскольку продолжительность стельности у коров - показатель относительно стабилен, то в практике для характеристики плодовитости коров достаточно часто вместо межотельного периода используют величину сервис-периода. Он более точно, чем межотельный период, показывает физиологические возможности воспроизводительной способности коров.

Воспроизводительную способность отдельных животных и стада в целом, можно оценивать также с помощью индекса осеменения, то есть по количеству осеменений, необходимых для оплодотворения. При этом оценивают данный показатель, как в абсолютных величинах, так и в баллах по формуле (по Эйснеру Ф. Ф.):

$$ИКОС = (0,5 \cdot O + 2) \cdot (КОС_{cp} - КОС_{\phi}) / (КОС_{cp} - 1) + 5,$$

где ИКОС - индекс количества осеменений, баллов; O - количество отёлов; 0,5 и 2 - эмпирические поправочные коэффициенты; КОС<sub>cp</sub> - среднее количество осеменений на одно оплодотворение в данном стаде или оптимальное его значение; КОС<sub>ф</sub> - фактическое количество осеменений оцениваемой коровы.

Оценку данного показателя проводят по тем же критериям, что и межотельный период.

В последнее время для оценки воспроизводительной способности коров используют обобщающий показатель - индекс плодовитости, предложенный в свое время (Кох С. и Дохе И.). Так, индекс плодовитости рассчитывают по формуле Коха С.:

$$ИП = 365 \cdot (n - 1) \cdot \frac{100}{Д},$$

где ИП - индекс плодовитости; Д - количество дней между первым и последним отёлами; n - количество отёлов. При хорошей плодовитости указанный индекс должен быть больше 100.

Согласно предложению Й. Дохи, индекс плодовитости можно рассчитать по формуле:

$$ИП = 100 - (B + 2МОП),$$

где ИП - индекс плодовитости; B - возраст коровы при первом отёле, мес; МОП - продолжительность межотельного периода, мес.

Итак, оценку плодовитости отдельной коровы (всего стада, группы) определяют так: если ИП = 48 и более, плодовитость считают хорошей, при ИП = 41- 47 - средней и при ИП = 40 и меньше - низкой.

Н.М. Крамаренко для определения воспроизводительной способности коров (КВС) предложил следующую формулу:

$$КВС = \frac{365}{МОП},$$

где КВС – коэффициент воспроизводительной способности коров, МОП – продолжительность межотельного периода.

Оценивая воспроизводительную способность того или иного животного или стада, следует всегда учитывать уровень их молочной продуктивности, поскольку между этими показателями установлена отрицательная корреляционная зависимость. Считают, что повышение надоев на каждые 1000 кг приводит к снижению оплодотворяемости коров в среднем на 10%. Негативное влияние надоев на плодовитость начинается с уровня 4000 кг и более. При

этом за каждые 1000 кг увеличение надоев прежде всего снижается фертильность от первого осеменения на 13%, а продолжительность сервис-периода возрастает на 22 дня, межотельного периода - на 10-20 дней.

Одной из определяющих условий рациональной организации воспроизводства маточного поголовья является ликвидация яловости животных. Яловость - понятие хозяйственно-экономическое и определяется количеством времени, начиная с 18-го дня после отёла коров и с 30-го дня после достижения репродуктивного возраста у тёлок, до момента оплодотворения или изъятия из хозяйства (маточного стада). К общему количеству яловых животных относят таких коров, отелившихся более чем 3 мес. назад и не осеменённых или осеменённых, но не проверенные на стельность (до 30 дней после осеменения).

Яловые коровы и тёлки наносят хозяйству значительный экономический ущерб, состоящий из: убытков от недополученной приплоды; убытков от недополученного молока, дополнительных расходов на осеменения и лечения животных, а также убытков на содержание. Рассчитывая убытки от яловости коров, продолжительность сервис-периода принимают за 80 дней.

Количество недополученных приплод определяют по формуле:

$$K = 365 - \frac{СП}{285},$$

где СП - фактическая продолжительность сервис-периода, дней; 285 - средняя продолжительность стельности, дней.

Расчёты можно сделать и исходя из условия, что на один день стельности приходится 0,0035 теленка (1: 285 = 0,0035). Итак, каждый день яловости - это потеря одного дня стельности, или 0,0035 теленка. Зная количество дней яловости по стаду и потери телят, приходящихся на один день стельности, определяют количество недополученного приплода и переводят его, учитывая продуктивность коров стада, в недополученное молоко.

Второй фактор, которым определяются убытки от яловости коров - это недополученное молоко, количество которого зависит от продолжительности периода бесплодия и продуктивности коров. За основу сравнения принято среднесуточный надой при оптимальном (365 дней) межотельного периоде (МОП). Разница в надоях между оптимальной и фактической продолжительности МОП и дает величину недополученной за каждый день яловости молока.

Например, при продуктивности стада в 3000 кг молока в год от коровы, надой за один день при оптимальном МОП составляет 8,22 кг. Увеличение МОП до 386 дней приводит к уменьшению среднесуточного удоя до 7,7 кг, то есть потери за день достигают 0,45 кг молока. За весь период бесплодия это составляет 173,7 кг на корову (386 x 0,45). Аналогично определяют расходы молока и для коров с другим уровнем производительности и периодом бесплодия.

Расходы на лечение и осеменения бесплодных коров практически остаются постоянными независимо от их производительности и составляют сумму за день на одну корову, эквивалентную недополучению 0,13 кг молока. Общие убытки от яловости можно определить так:

$$З_я = [З_{нн} + З_{нм} + (0,13 \cdot Д_я)] \cdot З_у,$$

где Зя - убытки от яловости одного животного, руб.; Знн - недополученные телята в пересчете на молоко, кг; Знм - недополученное молоко, кг; Дя - количество дней яловости (определяют вычитанием из фактической продолжительности сервис-периода 80 дней); 0,13 - закупочная цена 1 кг молока для данной зоны, руб.; Зу - расходы на содержание 1 головы, руб.

Убытки от яловости по стаду можно определить и другим способом, поскольку подсчитано, что количество недополученной продукции и непроизводственные расходы в пересчёте за один день бесплодия на 100 кг молока не зависят от уровня продуктивности и составляют 3,29 кг молока. Поэтому, исходя из этого, экономический ущерб от яловости можно рассчитать по формуле:

$$З_я = К \cdot П \cdot Д_я \cdot Ц,$$

где Зя - сумма убыток от яловости коров, руб.; К-постоянный коэффициент (3,29); П - средняя продуктивность коров стада, тыс. кг; Дя - количество дней бесплодия по хозяйству; Ц - цена молока за 1 кг.

**Пример.** Продуктивность коров стада 3850 кг молока, общая продолжительность бесплодия по стаду 25328 дней, закупочная цена 1 кг молока 19 руб.

$$З_я = 3,29 \times 25328 \times 3,85 \times 19 \text{ руб.} = 97525,4665 \times 19 = 6095525,1 \text{ руб.}$$

Таким образом, убытки от яловости в хозяйстве составляют 6095525,1 руб.

Задание №1. По имеющимся на кафедре племенным карточкам коров определить продолжительность сервис-периода, межотёлного периода, индекс плодовитости и коэффициент воспроизводительной способности коров.

Задание №2. По итогам задания №1 рассчитать количество недополученного приплода и убытки от яловости коров.

Контрольные вопросы.

1. По каким показателям оцениваются воспроизводительные качества быков-производителей.
2. По каким показателям определяются воспроизводительные качества коров?
3. Что такое межотёлный период?
4. Как определяется коэффициент воспроизводительной способности коров?
5. Как определяются количества недополученных телят?
6. Как определяется убыток от яловости коров?

### Занятие № 11

**Тема: Прогнозирование эффекта селекции у крупного рогатого скота**

**Цель:** научиться прогнозировать эффект селекции у крупного рогатого скота

**Оборудование:** плакаты, практикум.

**Общие сведения.** На каждые пять лет хозяйство должно разрабатывать перспективные селекционно-племенные планы и работать по ним достигая постепенного прогресса стада. При планировании необходимо разрабатывать целевые стандарты, которые необходимо достичь к концу планируемого периода (на 5 лет).

Целевой стандарт по удою и другим селекционируемым признакам на пятилетний период определяется на основе ожидаемого селекционного эффекта по формуле:

$$\bar{I} = M_{cp} + S_s, \quad (1)$$

где  $\bar{I}$  – целевой стандарт на поколение;  $M_{cp}$  – среднее значение признака по стаду;  $S_s$  – селекционный эффект за 1 поколение.

В свою очередь селекционный эффект за одно поколение определяется по формуле:

$$S_s = SD \cdot h^2, \quad (2)$$

где  $SD$  – селекционный дифференциал;  $h^2$  – коэффициент наследуемости.

Селекционный эффект за 1 год определяется по формуле:

$$S_s = \frac{SD \cdot h^2}{5}, \quad (3)$$

где 5 – срок смены одного поколения коров в годах.

Изменение признака за 1 год определяется по формуле:

$$\bar{I} = \frac{M_{cp} + S_s}{5} \quad (4)$$

Для определения  $S_s$  необходимо знать величины селекционного дифференциала ( $SD$ ) и коэффициента наследуемости. Коэффициент наследуемости ( $h^2$ ) или доля изменчивости признака под влиянием наследственных факторов определяется специальными расчетами или пользуются справочными данными: удой – 0,30; содержание жира в молоке – 0,60%; живая масса коров – 0,50; форма вымени – 0,30.

Селекционный дифференциал – это разница между средним значением признака по стаду и отобранными в племенное ядро животными:

$$SD = M_{отобр.} - M_{cp},$$

где  $M_{отобр.}$  – среднее значение признака отобранных в племядро животных;  $M_{cp}$  – среднее значение признака по стаду.

Селекционный дифференциал высчитывается как с материнской, так и с отцовской стороны.

$SD$  с материнской стороны представляет, как разность между средней продуктивностью стада за истекший год и средней продуктивностью коров, отобранных племенное ядро (по 3 лактации и выше) для получения ремонтного молодняка:

$$SD = M_{отобр.} - M_{cp}, \quad (5)$$

где  $M_{отобр.}$  – средняя продуктивность коров отобранных в племенное ядро.

$SD$  с отцовской стороны определяется по разности между продуктивностью матерей быков и средней продуктивностью коров по третьему отелу и выше, намеченных к покрытию этим быком и помноженный на коэффициент наследуемости:

$$SD = (M_{\text{м.б.}} - M_{\text{к.ст.}}) \cdot h^2, \quad (6)$$

где  $M_{\text{м.б.}}$  - продуктивность матерей быка;

$M_{\text{к.ст.}}$  – продуктивность коров, отобранных для покрытия этим быком.

Исходя из этого, средний SD определяется как полусумма SD с отцовской и материнской стороны по формуле:

$$SD = \frac{SD_m - SD_{om}}{2},$$

где  $SD_m$  – селекционный дифференциал с материнской стороны;  $SD_{om}$  – селекционный дифференциал с отцовской стороны.

Задание №1. Проанализируйте список быков-производителей и отберите тех, которые наиболее пригодны для использования в стаде (по индивидуальному заданию).

Задание №2. По индивидуальному заданию определить эффект селекции для по живой массе мясных коров.

Контрольные вопросы.

1. Что такое селекционный дифференциал?
2. Как определяется селекционный дифференциал?
3. Что такое эффект селекции?
4. Как определяется эффект селекции?

## Занятие № 12

### Тема: Оценка хряков-производителей по качеству потомства

**Цель:** научиться методике оценки хряков-производителей по качеству потомства.

**Оборудование:** практикум по племенной работе, племенные карточки хряков.

**Общие сведения.** Контрольный откорм - это мероприятие, организуемое для оценки наследственных свойств племенных хряков и маток по скорости роста, использованию корма путем откорма их потомков в стандартных контролируемых условиях с последующим убоем для оценки качества полученных туш. Контрольный откорм подсвинков проводят на контрольно-испытательных станциях и пунктах по свиноводству. Станцией, называют, место проведения контрольного откорма в том случае, когда оценивают племенных свиней, принадлежащих не только одному хозяйству. В противном случае место проведения контрольного откорма называют пунктом. Проверка генотипа животных на станциях контрольного откорма обычно дает наиболее объективные и сравнимые результаты. Вместе с тем работа пунктов позволяет увеличить число оцениваемых хряков и тем самым значительно расширить возможности отбора выдающихся производителей.

Эффективность применения данных контрольного откорма в селекции зависит от количества оцененных производителей и точности самой оценки, которая определяется точностью соблюдения принятых методик.

Принято считать, что наиболее правильно оценивать животных методом контрольного откорма при индивидуальном содержании, так как в этом случае более полно можно выявить генетический потенциал отдельных потомков и возникает возможность установить степень выравненности приплода каждого производителя и матки по оплате корма приростом. В разных странах методика контрольного откорма имеет особенности, различаясь в основном сроками откорма, рационами кормления и учтываемыми признаками. Состав рационов на контрольном откорме сильно варьирует. При этом для каждой страны рационы типичны и полноценны. В большинстве стран животных кормят до массы 90—95 кг, ФРГ и Румынии – до 110, Чехии - 115 кг. В Англии часть свиней ставят на контрольный откорм по датской методике (до 90 кг), а часть — по методике «хеви-пиг» (тяжелая свинья — до 118 кг). По последней - основным методом оценки племенных качеств хряков является контрольный откорм потомков производителя.

Сущность метода контрольного откорма состоит в следующем: от оцениваемого хряка отбирают 12 потомков, полученных от 3 и более свиноматок (по 3 боровка, 3 хрячка и 6 свинок). Трех боровков и трех свинок откармливают до живой массы 95-100 кг и оценивают по мясным качествам. Оставшихся трех хрячков и трех свинок, удовлетворяющих требованиям не ниже первого класса, используют для воспроизводства стада.

Показателями откормочных качеств боровков и свинок являются: возраст достижения средней живой массы 100 кг; возрасту достижения живой массы 100 кг; затратам корма на 1 кг прироста живой массы; толщина шпика над 6-7-м грудными позвонками.

При оценке мясных качеств потомков хряка учитывают: массу туши с кожей, без головы, ног, внутренностей и внутреннего жира; длину туши, измеряют в висячем положении от передней поверхности первого шейного позвонка до переднего края сращения лонных костей; толщину шпика на холке и пояснице.

По разнице толщины шпика определяют на холке и пояснице определяют выравненность шпика по хребту.

Все фактические показатели по откормочным и мясным качествам пересчитывают на живую массу 100 кг: возраст в днях – путем деления фактического возраста на фактическую живую массу и умножают на 100; толщину шпика в миллиметрах – путем деления фактической массы туши на фактическую живую массу и умножаем на 100; массу туши в килограммах – путем деления фактической массы туши на фактическую живую массу и умножаем на 100; длину туловища и туши в сантиметрах рассчитывают по поправочному коэффициенту  $\pm 0,2$  см на килограмм фактической живой массы. Так при массе 105 кг из фактической длины вычитают 1 см ( $0,2 \times 5$  кг), а при массе 95 кг прибавляют 1 см.

Полученные показатели округляют по возрасту достижения живой массы 100 кг – до 1 дня, среднесуточному приросту – до 1 г, толщине шпика до 1 мм, массе туши – до 1 кг, длине туши до 1 см. Округленные данные используют для оценки хряка по откормочным и мясным качествам потомков.

На основании данных оценки хряка по качеству потомства методом контрольного откорма, устанавливают среднее значение балла и определяют суммарный класс производителя.

Для оценки хряков по откормочным и мясным качествам потомков применяют метод сравнения показателей потомков и потомков других хряков или сверстниц.

Задание №1. Оценить хряка по качеству потомства по итогам контрольного откорма: средний возраст достижения живой массы 100 кг, дней – 189; затраты корма на 1 кг прироста, к. ед. – 3,73; масса туши, кг – 67; длина туши, см – 96; толщина шпика над 6-7 грудными позвонками, мм – 23; разница в толщине шпика в холке и пояснице, мм – 16. Для сравнения взять показатели сверстников из таблицы 35.

Контрольные вопросы.

1. Каким методом оцениваются хряки?
2. В чём сущность метода контрольного откорма хряков по качеству потомства?
3. Какие показатели учитываются при контролльном откорме молодняка свиней?
4. Как производится пересчёт показателей на живую массу 100 кг?

### Занятие № 13

**Тема: Оценка баранов-производителей тонкорунных и полутонкорунных овец по качеству потомства**

**Цель:** научиться методике оценки баранов-производителей тонкорунных и полутонкорунных овец по качеству потомства.

**Оборудование:** практикум по племенной работе, племенные карточки баранов.

**Общие сведения.** Важным условием успеха селекционно-племенной работы, обеспечивающим повышение племенных и продуктивных качеств овец, является создание в хозяйстве достаточного количества баранов-производителей с высокой продуктивностью, стойко передающих свои качества потомству. Для выращивания на племя и ремонта баранчиков отбирают несколько раз. Первый раз в возрасте 2-3 недель, второй - после отбивки их от матери в возрасте 4-4,5 мес., третий - в 12-15 мес., четвертый - перед первой случкой.

На проверку по качеству потомства ежегодно нужно ставить баранчиков в количестве, превышающем потребность пополнения основных баранов-производителей. Эти мероприятия должны проводиться следующим образом.

В возрасте 1-1,5 лет осуществляется окончательная оценка по данным бонитировки и учёта продуктивности оставшегося в хозяйстве приплода. Скороспелость молодняка определяется по среднесуточным приростам за подсосный период и за время нагула или откорма. Лучшими признаются бараны, в потомстве которых имелось больше ягнят в четырёхмесячном возрасте с общей оценкой 5 и 4 балла, а в возрасте 1-1,5 года - элиты и I класса, давшие скороспелое и продуктивное потомство, сходное с бараном-отцом по его выдающимся качествам. Для проверки баранов по качеству потомства в хозяйствах выделяют отары маток не ниже I класса. Каждым бараном осеменяют 100 маток. Оценивают баранов по качеству потомства при наличии в годовалом возрасте 40-50 дочерей.

Применяют следующие методы оценки: сопоставление числа ягнят элитных и I класса, полученных от разных баранов; сопоставление потомства разных производителей со сверстницами и со средними показателями по хозяйству; сравнение потомства с показателями породы и степенью его сходства с отцом; сопоставление продуктивности дочерей с материами.

При оценке баранов учитывают удельный вес потомков I класса и класса элиты. При этом производитель считается отличным, если в его потомстве от маток I класса получено животных этого же класса не менее 70 %, хорошим - 60-69 %, посредственным - 50-59 %.

По степени наследования наиболее важных селекционируемых признаков и свойств, т.е. по племенным достоинствам, бараны, проверяемые по качеству потомства, могут быть разделены на следующие категории: достоверные улучшатели с критерием достоверности разности +2,0 и выше; средние (нейтральные) - от +1,9 до -1,9; ухудшатели -2,0 и ниже.

Лучшими по племенным качествам признаются бараны, потомство которых имеет более высокую продуктивность с достоверной разницей по сравнению с потомством других баранов. При одинаковой продуктивности потомства производителей их различия в племенной ценности устанавливают путем сопоставления развития и оценки отдельных признаков и свойств потомства.

Среди проверяемых могут быть бараны, приплод которых по ряду хозяйствственно-полезных признаков имеет средние показатели, а по некоторым из них (живая масса, длина, густота, уравненность шерсти, количество и качество жиропота, скороспелость и т.д.) они могут быть достоверными улучшателями. Лучших из таких баранов используют для специального подбора с целью сохранения и усиления в стаде ценных признаков и свойств.

В том случае, если потомство проверяемого барана по уровню продуктивности превосходит потомство других проверяемых баранов, но установленная разность между ними недостоверна, такой баран оценивается условно как улучшатель, подлежащий дополнительной проверке в процессе дальнейшего племенного использования.

Баран, потомство которого получило среднюю оценку и по продуктивности не отличается от животных сопоставляемой группы, оценивается как рядовой производитель. Такие бараны могут быть использованы для вольного покрытия маток по окончании искусственного осеменения.

Ухудшателем признается баран, потомство которого имеет достоверно низкие показатели продуктивности. В случаях, когда не представляется возможным обработать данные биометрически, при количестве потомков не менее 30 голов, улучшателем считается баран, у которого потомство по живой массе, длине и настригу шерсти превышает средние показатели потомков всех проверяемых баранов не менее чем на 10 %, а по другим признакам - на 12 %.

Баранов тонкорунных и полутонкорунных пород рекомендуется оценивать методом сверстников с учетом следующих показателей их потомства: удельного веса элитных животных и I класса, настрига и длины шерсти при бонитировке, доли животных с желательным типом шерсти, живой массы ягнят при отъёме на одну случённую матку и при бонитировке. У самих баранов, кроме того, следует учитывать половую активность и оплодотворяющую способность спермы. Шерстную продуктивность потомства определяют в оригинал и в чистом (мытом) волокне. При этом оценивают структуру и плотность руна, длину и толщину волокон, уравненность их в штапеле и по руну, наличие и качество жиропота и др. (Хатт Ф. 1969).

Живую массу ягнят при отъёме от маток устанавливают по средней величине этого показателя у одного потомка в расчёте на одну случённую матку. Если спаренные с разными баранами матки различаются по многоплодию, то вносят поправку для усреднения этого показателя. Поправку получают делением средней живой массы ярок-одинцов и баранчиков-одинцов на среднюю живую массу ярок-двоен и баранчиков-двоен. Например, средняя живая масса ярок-одинцов, происходящих от барана № 425, при отъёме от маток составила 28 кг, а ярок-двоен - 25 кг, то поправочный коэффициент в данном случае равен 1,12 (28 : 25). Живая масса ярочек-двоен, умноженная на этот коэффициент, будет соответствовать живой массе ярочек-одинцов. Так же можно установить поправочные коэффициенты и по другим признакам двойнёвых ягнят.

Для оценки мясной продуктивности проводят контрольный откорм и убой ягнят. На откорм ставят ягнят (баранчиков) после отъёма их от маток в количестве не менее 5 голов от каждого проверяемого барана, продолжительность откорма - 45-60 дней.

В мясоводстве по данным контрольного откорма молодняка от проверяемых баранов в возрасте от 4 до 7 мес. рекомендуется определять энергию роста и оплату

корма. Для получения более надежных и сопоставимых данных эту работу следует проводить в условиях специализированных станций по единой методике.

Воспроизводительная ценность барана может быть определена лишь косвенно по показателям женских родственников. Поэтому рекомендуется предварительную оценку баранов проводить по показателям плодовитости их полусестёр, а окончательную - по плодовитости дочерей. При оценке баранов по качеству потомства наряду с плодовитостью и основными показателями продуктивности следует учитывать оплодотворяемость спариваемых с бараном маток, выживаемость их потомства от рождения до отъёма и бонитировки.

Кроме оценки баранов-производителей по качеству потомства оценивают также овцематок. После оценки по качеству приплода, проводят отбор маток в сравнении с матерями сверстников потомства этих маток. Маток, давших подряд два раза от разных баранов неудовлетворительное потомство, выводят из элиты и I класса.

При оценке воспроизводительных качеств маток, при прочих равных показателях ярки, рожденные в числе двоен, и происходящие от многоплодных родителей, имеют предпочтение. В этом случае рекомендуется использовать индекс, характеризующий развитие этих признаков у матерей. Индекс вычисляется путем деления прироста на число дней жизни ягнёнка и умножения частного на 100. Например, матка объягнилась двойней, живая масса которой при рождении 7 кг, а при отъёме в 120 дней - 56 кг. Другая матка объягнилась одинцом, живая масса при рождении 4 кг, а при отъёме 36 кг. Индекс первой матки будет  $(56-7)/120 \times 100 = 40,8$ ; а второй  $(36-4)/120 \times 100 = 26,6$  кг. Чем больше по индексу плодовитости и молочности матка превосходит средний показатель стада, тем большую ценность представляет матка по этим признакам. Таких маток следует брать на особый учёт, а полученному от них потомству при прочих равных условиях следует отдавать предпочтение при ремонте стада.

Задание №1. Оценить по качеству потомства баранов по данным индивидуального задания.

Задание 2. Рассчитать индекс развития приплода у овцематок по данным индивидуального задания.

Контрольные вопросы.

1. Когда проводится отбор баранчиков?
2. Сколько маток выделяют для осеменения баранами при их оценке по качеству потомства?
3. Сколько дочерей должно быть при оценке барана по качеству потомства?
4. Какие методы оценки баранов по качеству потомства используются?
5. Сколько потомков используется для определения мясных качеств баранов?

## Занятие №14

**Тема: Оценка и отбор жеребцов-производителей по качеству потомства**

**Цель:** научиться методике оценки жеребцов-производителей по качеству потомства.

**Оборудование:** практикум по племенной работе, племенные карточки жеребцов.

**Общие сведения.** В племенной работе с заводскими породами лошадей оценка жеребцов по качеству потомства проводится по приплоду, выращенному в нормальных условиях, методами сравнения со сверстниками и со стандартом породы. Качество приплода устанавливают на основании записей хозяйств, данных бонитировок и непосредственного осмотра молодняка. Оценку по качеству потомства жеребца-производителя верховых и рысистых пород ведут по следующим признакам: работоспособность, экстерьер, типичность. При этом у рысаков наиболее важен индекс работоспособности потомства  $U_p$ , который отражает способность жеребца давать приплод с высокой резвостью и способностью занимать призовые места при испытаниях на ипподромах. Для вычисления этого индекса средний выигрыш (в рублях), приходящийся на одного животного, умножают на частоту появления в приплоде жеребца рысаков класса 2 мин 10 с и резвее:

$$U_p = (\sum VP)/n,$$

где  $\sum V$  - сумма выигрыша, руб.; Р - доля лошадей класса 2 мин 10 с и резвее (на 1600 м);  $n$  - число потомков.

Жеребцов с наиболее высокими индексами относят к лучшим, с более низкими - к худшим, со средними - к удовлетворительным.

Жеребцов чистокровной верховой породы оценивают по качеству потомства, учитывая индекс успеха  $U_y$ . Данный вид оценки животных проводят в централизованном порядке на ипподромах. Индекс успеха  $U_y$  определяют отношением суммы выигрыша на ипподроме всего потомства данного производителя за скаковой сезон на число потомков, скакавших в оцениваемом году, и на средний выигрыш в данном сезоне в расчете на одну лошадь, испытанную на этом же ипподроме:

$$U_y = \sum V / (n \sum m),$$

где  $\sum V$  сумма выигрыша в призах;  $\sum m$  - сумма средних выигрышей на 1 скаковую лошадь в сезоне;  $n$  - число потомков.

Если жеребец имеет индекс успеха 4 и выше, то за качество потомства он получает 10 баллов. В настоящее время с индексацией призовых выигрышей в денежной форме произошло некоторое искажение числового изображения величины индекса успеха.

**Задание №1** Оценить по качеству потомства жеребцов-производителей американской стандартбредной породы по индивидуальному заданию.

Пример выполнения задания

Количество лошадей класса 2 мин 10 с и резвее жеребца Сидней Лобелла - 5 гол. Следовательно,  $P = 0,5$ ,  $n = 10$ ,  $\sum V = 120026$ . Для жеребца Реприза  $P = 0,5$ ,  $n = 10$ ,  $\sum V = 219828$ .

Согласно формуле индекс работоспособности для жеребца Сидней Лобелла:

$(120026-0,5) : 10 = 6001,3$ ; для жеребца Реприза:  $(219828-0,5) : 10 = 10991,4$ . Из расчетов видно, что жеребец Реприза имеет индекс работоспособности выше, а значит, более ценен в племенном отношении.

Контрольные вопросы.

1. Какие методы сравнения используются при оценке жеребцов по качеству потомства?
2. По каким признакам проводится оценка жеребцов рысистых и верховых пород по качеству потомства?
3. Как определяется индекс работоспособности у потомства жеребцов?
4. Как определяется индекс успеха у лошадей?

## Занятие №15

### Тема: Оценка производителей по препотентности

**Цель:** научиться методике оценки производителей по препотентности.

**Оборудование:** практикум по племенной работе, племенные карточки производителей.

**Общие сведения.** Способность животного стойко передавать потомству характерные для него особенности и продуктивные качества называют *препотентностью*. Биологическая сущность препотентности животного заключается в доминировании его наследственности при передаче признаков потомству. Выявление в процессе оценки животных по качеству потомства препотентных особей имеет очень большое значение для совершенствования стада. Препотентные животные дают более однородное потомство, качество которых устойчиво сохраняется в последующих поколениях. Особенно это прослеживается при закладке новых линий и семейств. Для оценки препотентности предложено несколько методов.

1. Индекс препотентности, предложенный Ф.Ф. Эйснером, основан на разности показателей дочерей производителя и их матерей. При этом учитывают степень различий между показателями продуктивности всех его дочерей:

$$ИП = \frac{(Д-М)^2}{(Д-Д_{ср})^2},$$

где ИП — индекс препотентности; М, Д — показатели продуктивности, соответственно, матерей и дочерей;  $D_{ср}$  - средний показатель продуктивности всех дочерей.

2. Н.А. Кравченко и Д.Т. Винничук предлагают формулу:

$$ИП = \frac{\text{Число дочерей, превышающих показатель матерей}}{\text{Число всех дочерей}} \cdot 100\%$$

3. А.П. Солдатов и Л.К. Эрнст для определения препотентности предложили учитывать степень однородности дочерей производителя по формуле:

$$П = 1 - \frac{C_d}{C_m},$$

где  $C_d$  и  $C_m$  - коэффициенты изменчивости признака дочерей и матерей.

4. Имеется также формула, учитывающая препотентность производителей:

$$П = 1 - \frac{Д_{лм} - Д_{хм}}{M_{л} - M_{х}},$$

где  $D_{лм}$ ,  $D_{хм}$  - продуктивность дочерей от лучших и худших матерей соответственно;  $M_{л}$ ,  $M_{х}$  - продуктивность лучших и худших матерей.

С.А. Рузский предложил для оценки препотентности быков-производителей метод вычисления корреляции между продуктивностью дочерей быка с продуктивностью матерей, то есть индекс препотентности (ИП).

$$ИП = r_{д/м},$$

где  $r$  – коэффициент корреляции между продуктивностью дочерей и матерей.

Задание №1. На основании данных индивидуального задания определить разными методами препотентность быка-производителя.

Контрольные вопросы.

1. Что такое препотентность производителей?
2. Какими методами определяется препотентность производителей?
3. В суть определения индекса препотентности по Эйснеру?
4. В чём суть метода определения препотентности производителей по Рузскому?

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
1. Занятие №1. Конституция и экстерьер животных. Методы оценки экстерьера.....	4
2. Занятие №2. Учёт роста и развития животных.....	5
3. Занятие №3. Учёт молочной продуктивности.....	8
4. Занятие №4. Ускоренная оценка коров по молочной продуктивности.....	11
5. Занятие №5. Учёт мясной продуктивности.....	12
6. Занятие №6. Оценка репродуктивных качеств свиней.....	14
7. Занятие №7. Определение породности животных.....	15
8. Занятие №8. Использование инбридинга в племенных хозяйствах.....	16
9. Занятие №9. Построение генеалогических схем стада и её анализ.....	18
10. Занятие №10. Оценка быков-производителей и коров по воспроизводительным качествам.....	19
11. Занятие №11. Прогнозирование эффекта селекции у крупного рогатого скота.....	22
12. Занятие №12. Оценка хряков-производителей по качеству потомства.....	23
13. Занятие №13. Оценка баранов-производителей тонкорунных и полутонкорунных овец по качеству потомства.....	24
14. Занятие №14. Оценка и отбор жеребцов-производителей по качеству потомства.....	26
15. Занятие №15. Оценка производителей по препотентности.....	27

Учебное издание

Хакимов Исмагиль Насибуллович  
Живалбаева Алмагуль Алтыбаевна

Племенное дело в животноводстве  
Методические указания для выполнения практических занятий

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 10.11.2019. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 1,88; печ. л. 1,75.  
Тираж 50. Заказ № 509.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)

---

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный университет»



**Е. С. Зайцева, А. М. Ухтроверов**

# **Цитогенетика в животноводстве**

*Учебное пособие*



Кинель 2022

---

УДК 575(075)

ББК 48.3Я7

317

*Рекомендовано учебно-методическим советом Самарского ГАУ*

*Рецензенты:*

д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,  
С. И. Николаев;

д-р ветеринар. наук, проф. кафедры «Анатомия, акушерство и хирургия»,  
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ,  
М. Х. Баймишев



**Зайцева, Е. С.**

**317** Цитогенетика в животноводстве : учебное пособие /  
Е. С. Зайцева, А. М. Ухтроверов. – Кинель : ИБЦ Самарского  
ГАУ, 2022. – 156 с.

**ISBN 978-5-88575-678-5**

В учебном пособии приводится краткий теоретический обзор по темам: основные сведения о клетке и её делении; цитологические основы наследственности; структурная организация хромосом; функциональное преобразование хромосом; изменение хромосомного набора; кариотип и его особенности; пути реализации генетической информации; генная инженерия; генетические основы иммунитета. По всем темам и разделам пособия даны контрольные вопросы.

Представлен материал в соответствии с программой дисциплины «Цитогенетика в животноводстве» для обучающихся по специальности 36.04.02 «Зоотехния».

**УДК 575(075)**

**ББК 48.3Я7**

**ISBN 978-5-88575-678-5**

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2022  
© Зайцева Е. С., Ухтроверов А. М., 2022

---

## Предисловие

Настоящее учебное издание разработано в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и учебной программы дисциплины «Цитогенетика в животноводстве» по специальности 36.04.02 «Зоотехния».

Структура учебного пособия учитывает особенности учебного процесса при изучении предмета: выполнению магистрантами лабораторных занятий должна предшествовать теоретическая подготовка. Поэтому по разделам курса «Цитогенетика в животноводстве» дано краткое теоретическое обоснование темы.

Целью учебного пособия «Цитогенетика в животноводстве» является формирование у обучающихся системы компетенций для решения профессиональных задач по эффективному использованию теоретических и практических знаний о цитологических основах наследственности, изменчивости, достижениях генной инженерии и использовании методов цитогенетики в селекции сельскохозяйственных животных.

Для достижения данной цели ставятся следующие задачи: освоение обучающимися основных понятий цитогенетики и применение классических и современных методов цитогенетического анализа в научных исследованиях и практике животноводства.



---

## 1. Основные сведения о клетке и ее делении. Цитологические основы наследственности

Клеточная теория – важнейшее обобщение в биологии, согласно которому все организмы имеют клеточное строение. Возникновению данной теории способствовали открытия ученых и естествоиспытателей.

В 1665 г. английский физик Р. Гук, рассматривая под увеличительным стеклом срезы камыша, обнаружил, что они состоят из мельчайших ячеек, которые он назвал клетками. Позднее итальянский естествоиспытатель М. Мальпиги рассмотрел оболочку клетки, а А. Левенгук увидел в капле воды одноклеточные организмы – бактерии. В начале XIX в. чешский биолог Я. Пуркине обнаружил в клетке протоплазму (цитоплазму). Открытие российским ученым К. Бэрром в 1826 г. яйцеклеток млекопитающих привело к выводу, что клетка лежит в основе развития многоклеточных организмов. В 1831 г. английский ботаник Р. Броун открыл клеточное ядро, а немецкий ботаник М. Шлейден вскоре установил обязательное его присутствие в любой клетке. В 1839 г. немецкий физиолог и цитолог Т. Шванн создал клеточную теорию, в которой обобщил информацию о клетке и сформулировал представление о том, что организмы всех растений и животных состоят из клеток и что клетки – основные единицы жизни. В 1858 г. немецкий врач Р. Вирхов доказал, что новые клетки возникают только в результате деления ранее существовавших клеток. Изучение клетки продолжалось в течение трех веков, в результате была создана современная клеточная теория. Ее главные положения:

- 1) клетка – основная единица строения, функционирования и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого, способная к самовоспроизведению, саморегуляции и самообновлению;
- 2) клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов сходны (гомологичны) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ;
- 3) размножение клеток происходит путем их деления, каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки;

4) в сложных многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым ими функциям и образуют ткани; из тканей состоят органы, которые тесно взаимосвязаны и подчинены нервной и гуморальной регуляциям.

Клетка может существовать только как целостная система, которая не делится на части. Целостность клетки обеспечивают биологические мембранны. Части и органоиды клетки, состоящие из сложных молекул, представляют собой целостные системы более низкого ранга. Она является открытой системой, связанной с окружающей средой, обменом веществ и энергией. Это функциональная система, в которой каждая молекула выполняет определенные функции. Клетка обладает устойчивостью, способностью к саморегуляции и самовоспроизведению.

Основной формой существования жизни является клетка. В 1839 г. немецкие ученые Т. Шванн и М. Шлейден сформулировали клеточную теорию, согласно которой высшие растения и животные построены из элементарных единиц, так называемых клеток. Среди живых организмов встречаются два типа организации клеток: *прокариоты* (буквально «предъядерные», к ним относят бактерии и сине-зеленые водоросли) и *эукариоты* (буквально «обладающие настоящим ядром», к ним относят одно- и многоклеточные организмы – растения, грибы и животных). Сравнительная характеристика про- и эукариот представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика прокариот и эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Ядерная оболочка	Отсутствует	Наличие
ДНК	Замкнута в кольцо	Ядерная ДНК представляет собой линейную структуру и находится в хромосомах
Хромосомы	Отсутствует	Наличие
Митоз	Отсутствует	Наличие
Мейоз	Отсутствует	Наличие
Гаметы	Отсутствует	Наличие
Митохондрии	Отсутствует	Наличие
Пластиды у автотрофов	Отсутствует	Наличие
Способ поглощения пищи	Адсорбция через клеточную мембрану	Фагоцитоз и пиноцитоз
Пищеварительные вакуоли	Отсутствует	Наличие
Жгутики	Наличие	Наличие