

## **Лекция 8:**

**Основные правила  
сбора и хранения  
биологической информации**

# Задачи лекции

- Ознакомление с принципами сбора и хранения научной информации, а также представления информации в научных публикациях.
- Ознакомление с методами подготовки к сбору информации и первичного контроля качества данных.
- Приобретение навыков подготовки инструкций по сбору данных и форм для записи данных.

# Эмпирическое правило

- Не все, что можно измерить, следует измерять.

# Выбор изучаемых характеристик

- Довольно часто встречаются работы, спланированные «под прибор» или «под аналитический метод».
- Обычны работы, выполненные по принципу: «Измерю все, что смогу».
- Выбор изучаемых характеристик должен определяться целью работы.

# «Измерю все, что смогу»

Морфофункциональные признаки	Зона		
	сильного поражения (1М-96)	среднего поражения (2М-96)	контрольная (3М-96)
1	2	3	4
Длина шишки, мм	29,9±1,4	28,8±0,68	30,1±0,62
Ширина шишки, мм	14,8±0,36	14,5±0,19	14,9±0,46
Масса шишки, г	2,5±0,19	2,3±0,12	2,4±0,12
Длина крылатки, мм	9,6±0,40	9,8±0,42	10,2±0,40
Ширина крылатки, мм	3,0±0,55	3,2±0,18	3,0±0,10
Длина чешуйки, мм	14,2±0,55	13,6±0,41	14,5±0,34
Ширина чешуйки, мм	6,6±0,16	6,4±0,25	6,7±0,14
Высота щитка, мм	6,6±0,20	6,8±0,14	6,8±0,16
Ширина щитка, мм	5,8±0,14	5,8±0,09	5,8±0,10
Масса 1000 шт. семян, г	2,6±0,19	3,0±0,10	2,8±0,12
Число семяпочек потенциально фертильных, шт.	37,5±1,43	33,6±0,89	35,7±1,37
Число полнозернистых семян, шт.	16,8±1,45	17,1±0,93	19,1±1,13
Число пустых семян, шт.	4,1±0,47	3,7±0,61	3,5±0,41
Число семяпочек погибших во второй вегетационный период, шт.	1,7±0,52	0,8±0,24	1,6±0,57
Форма шишки	0,499±0,010	0,506±0,008	0,498±0,016
Форма крылатки	0,315±0,012	0,326±0,011	0,300±0,011
Форма чешуйки	0,476±0,018	0,469±0,013	0,468±0,013
Форма щитка	0,897±0,030	0,847±0,014	0,854±0,022

# Выбор изучаемых характеристик

- Часто встречаются работы, в которых анализируется множество тесно связанных между собой характеристик объекта.
- Сбор избыточной информации не только ведет к нерациональной трате сил и средств; анализ такой информации создает массу статистических проблем.
- Выбор изучаемых характеристик не должен быть избыточным.

# Пример: размер листа березы

- Длина, мм
- Ширина, мм
- Индекс формы (ширина/длина)
- Площадь, мм<sup>2</sup>
- Вес, г
- Удельная листовая поверхность, мм<sup>2</sup>/мг

# Пример: размер листа березы

- Длина, мм
- Ширина, мм
- Индекс формы (ширина/длина)
- Площадь, мм<sup>2</sup>
- Вес, г
- Удельная листовая поверхность, мм<sup>2</sup>/мг
- Многие из этих признаков коррелируют друг с другом.
- Некоторые признаки могут быть рассчитаны на основании значений других признаков.



# Пример: размер листа березы

- Если мы изучаем лист как кормовой ресурс для растенииядных насекомых, то логично измерять его биомассу.
- Если мы изучаем фотосинтез, то логично измерять площадь листа и удельную листовую поверхность.
- Если мы изучаем жизненное состояние дерева (в предположении, что размер листа уменьшается с угнетением дерева), то логично измерять длину листа.
- ... ..

# Выбор изучаемых характеристик

- Иногда для анализа выбирают признаки, связь которых с изучаемым процессом не очевидна.
- Выбранный признак должен непосредственно характеризовать изучаемый процесс или явление.

# Пример: флуктуирующая асимметрия (ФА) листа березы

- Существуют десятки работ, авторы которых измеряли ФА листьев берез.
- В этих работах (на основании увеличения ФА) делается вывод о том, что деревья в каких-то районах испытывают более сильный стресс, чем в других районах.

# Пример: флуктуирующая асимметрия (ФА) листа березы

- Существуют десятки работ, авторы которых **замеряли ФА** листьев берез.
- В этих работах (на основании увеличения ФА) делается вывод о том, что деревья в каких-то районах **испытывают более сильный стресс**, чем в других районах.
- Предполагается, что **ФА – индикатор стресса**.

# Пример: флуктуирующая асимметрия (ФА) листа березы

- Согласно Грайму, стресс определяется по угнетению роста растения.
- Нет ни одной работы, в которой замеры ФА листьев берез сопоставлялись бы с характеристиками роста берез.
- Нет ни одной экспериментальной работы, в которой ФА листьев берез измеряли после какого-либо воздействия.
- Утверждение о том, что **ФА** может быть использована **для индикации стресса у берез**, не обоснованно.

# Выбор изучаемых характеристик

- Если изучаемый процесс или явление можно охарактеризовать несколькими признаками, то выбирать следует тот признак, который:
  - легче измерить (при одинаковой точности), либо
  - можно измерить с более высокой точностью (при равных трудозатратах).

# Шкалы

- **Шкала** - это знаковая система, для которой заданы правила, ставящие в соответствие реальным объектам тот или иной элемент шкалы.

# Шкалы

- **Шкала** - это знаковая система, для которой заданы правила, ставящие в соответствие реальным объектам тот или иной элемент шкалы.
- Шкала наименований (номинальная, классификационная);
- Шкала порядковая (или ранговая);
- Шкала интервальная (или разностей);
- Шкала абсолютная (или отношений).



# Шкала наименований

- Используется для измерения значений качественных признаков.
- Значение признака – это наименование класса, к которому принадлежит объект.
- Примеры:
  - ✓ названия государств;
  - ✓ цвета;
  - ✓ марки автомобилей;
  - ✓ названия животных и растений.
- Допустимые операции:  
 $A = B, A \neq B$

# Порядковая шкала

- Строится на отношении тождества и порядка: субъекты в данной шкале ранжированы, но «расстояния» между ними неизвестны.
- Примеры:
  - ✓ шкала успеваемости;
  - ✓ класс гостиницы (одна – пять звезд);
  - ✓ шкала Бофорта (сила ветра);
  - ✓ балльная шкала землетрясений.
- Допустимые операции:  
 $A = B$ ,  $A \neq B$ ,  $A < B$ ,  $A > B$

# Интервальная шкала

- В отличие от порядковой шкалы, интервальная шкала определяет не только порядок следования величин, но и интервалы (расстояния) между ними.
- Примеры:
  - ✓ шкала температур;
  - ✓ измерение времени.
- Допустимые операции:  
 $A = B$ ,  $A \neq B$ ,  $A < B$ ,  $A > B$ ,  $A + B$ ,  $A - B$

# Абсолютная шкала

- Это интервальная шкала, в которой присутствует естественная и однозначно определенная нулевая точка (то есть начало отсчета).
- Примеры:
  - ✓ количество объектов;
  - ✓ длина объекта;
  - ✓ стоимость объекта.
- Допустимые операции:  
 $A = B$ ,  $A \neq B$ ,  $A < B$ ,  $A > B$ ,  $A + B$ ,  $A - B$ ,  
 $A \times B$ ,  $A / B$

# Эмпирическое правило

- При использовании шкалы наименований и порядковой шкалы буквенные обозначения классов (**A, B, C, D...**) предпочтительнее цифровых.
- При использовании цифровых обозначений читатель может спутать ранговую шкалу с дискретной количественной шкалой и будет считать, что в классе **4** некоторый признак выражен *в два раза сильнее*, чем в классе **2**.

# Есть ли здесь шкала? Можно ли делать подобный анализ?

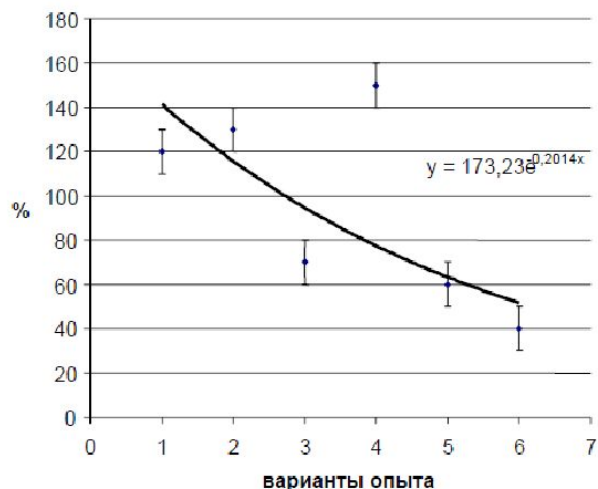


Рис. 10. Усиление поисковой активности (по количеству отловленных ловушками имаго) самцов всеядной листовертки под действием запаха аттрактанта для яблонной плодовой гнили, *транс-8, транс-10-ДДА*. Варианты опыта *цис-11-/транс-11-ТДА* 63:37, 1 мг и *транс-8, транс-10-ДДА*, 1 мг в капсулах как: 1) смесь в одной капсуле; 2) капсулы плотно соединены; 3) капсулы на расстоянии 3-5 см в одной ловушке; 4) аттрактанты в отдельных, но соединенных ловушках; 5) ловушка с аттрактантом всеядной листовертки и капсулой с аттрактантом яблонной плодовой гнили на расстоянии 50 см; 6) то же на расстоянии 100 см. По оси ординат – количество привлеченных в ловушки самцов всеядной листовертки в % от контроля (100%) – уловов самцов ловушками с аттрактантом для всеядной листовертки.

На правах рукописи

САФОНКИН АНДРЕЙ ФЕЛИКСОВИЧ

РЕПРОДУКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ, ПОЛИМОРФИЗМ И  
ХЕМОКОММУНИКАЦИЯ КАК ФАКТОРЫ ПОДДЕРЖАНИЯ  
РАЗНООБРАЗИЯ В СЕМЕЙСТВЕ ЛИСТОВЕРТОК  
(LEPIDOPTERA : TORTRICIDAE)

специальность  
03.00.09 - энтомология

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание учёной степени  
доктора биологических наук

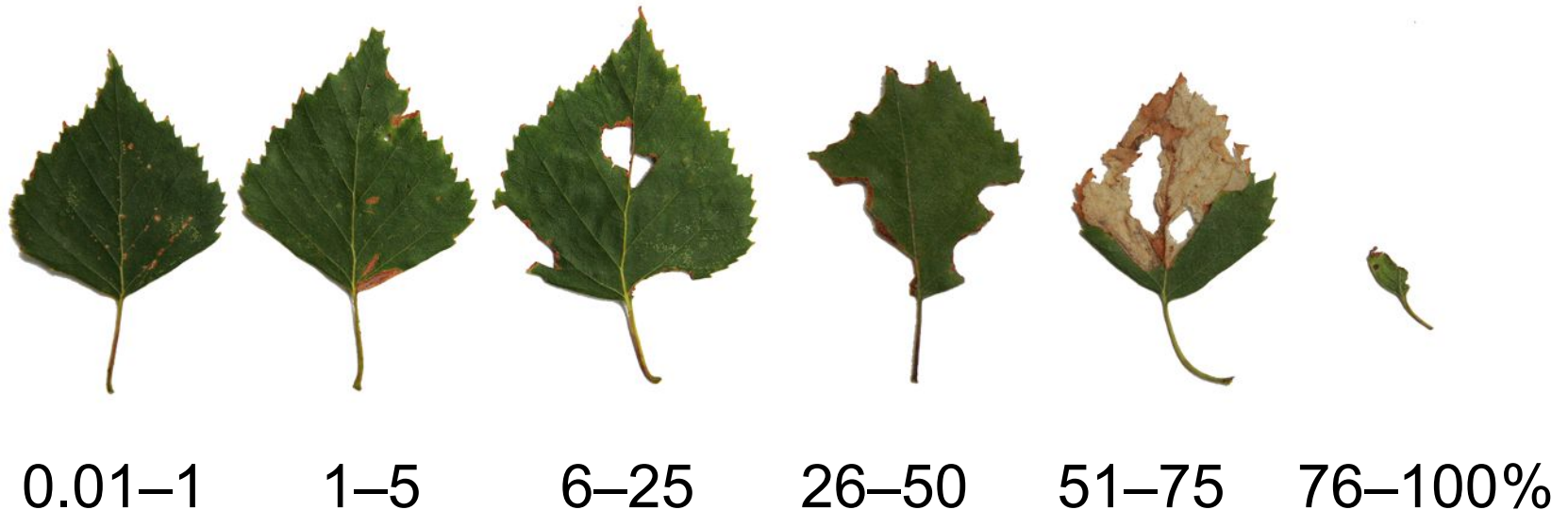
Москва  
2008

# Использование порядковых шкал для анализа измеримых величин

- Порядковые шкалы могут быть использованы для анализа измеримых величин.
- При обработке больших выборок отнесение объекта к некоторому классу позволяет экономить время и силы (по сравнению измерением каждого объекта).

# Пример: потери листовой биомассы берез

- Поврежденные листья относят к одному из классов на основе визуальной оценки доли изъятой листовой поверхности:





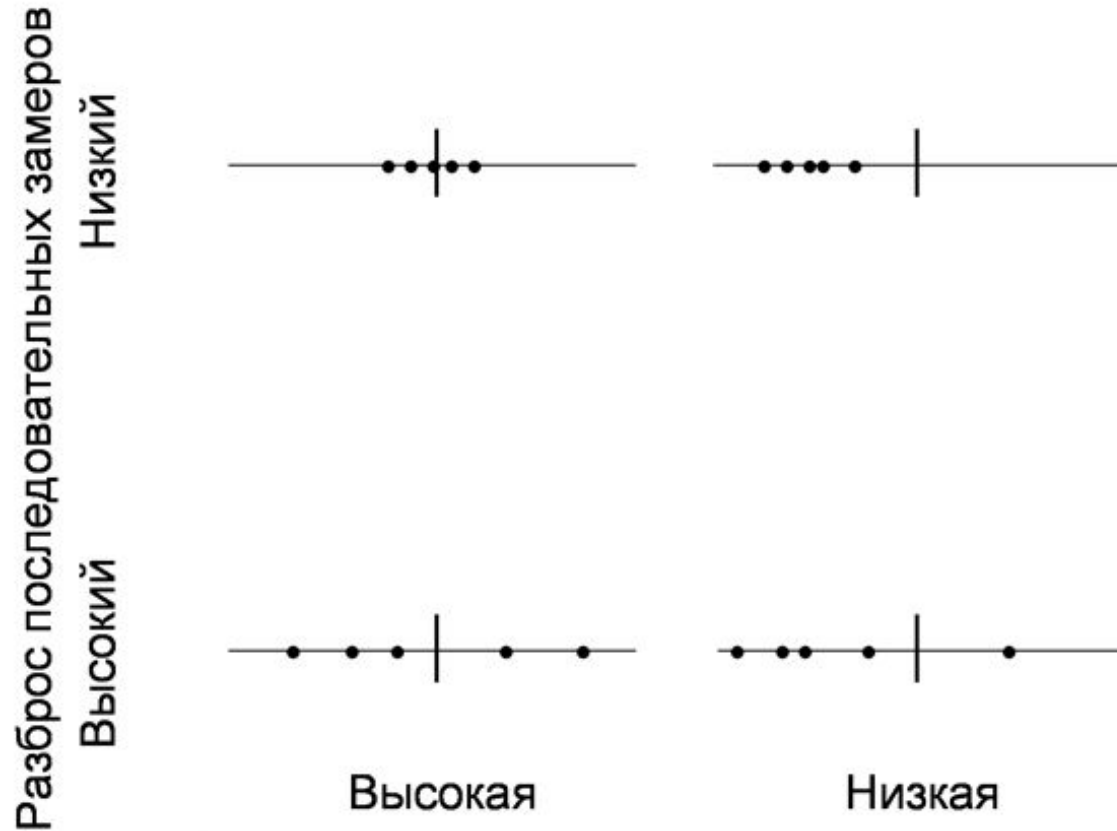
# Измеряемые величины

- Измеряемые величины отличаются от ранжированных тем, что мы можем количественно оценить различия между любыми двумя объектами (наблюдениями).
- Дискретные величины определяют путем подсчета, непрерывные – посредством измерения.
- С точки зрения статистического анализа измеряемые данные наиболее важны, и большинство методов анализа ориентировано на обработку данных этого типа.

# Точность измерения

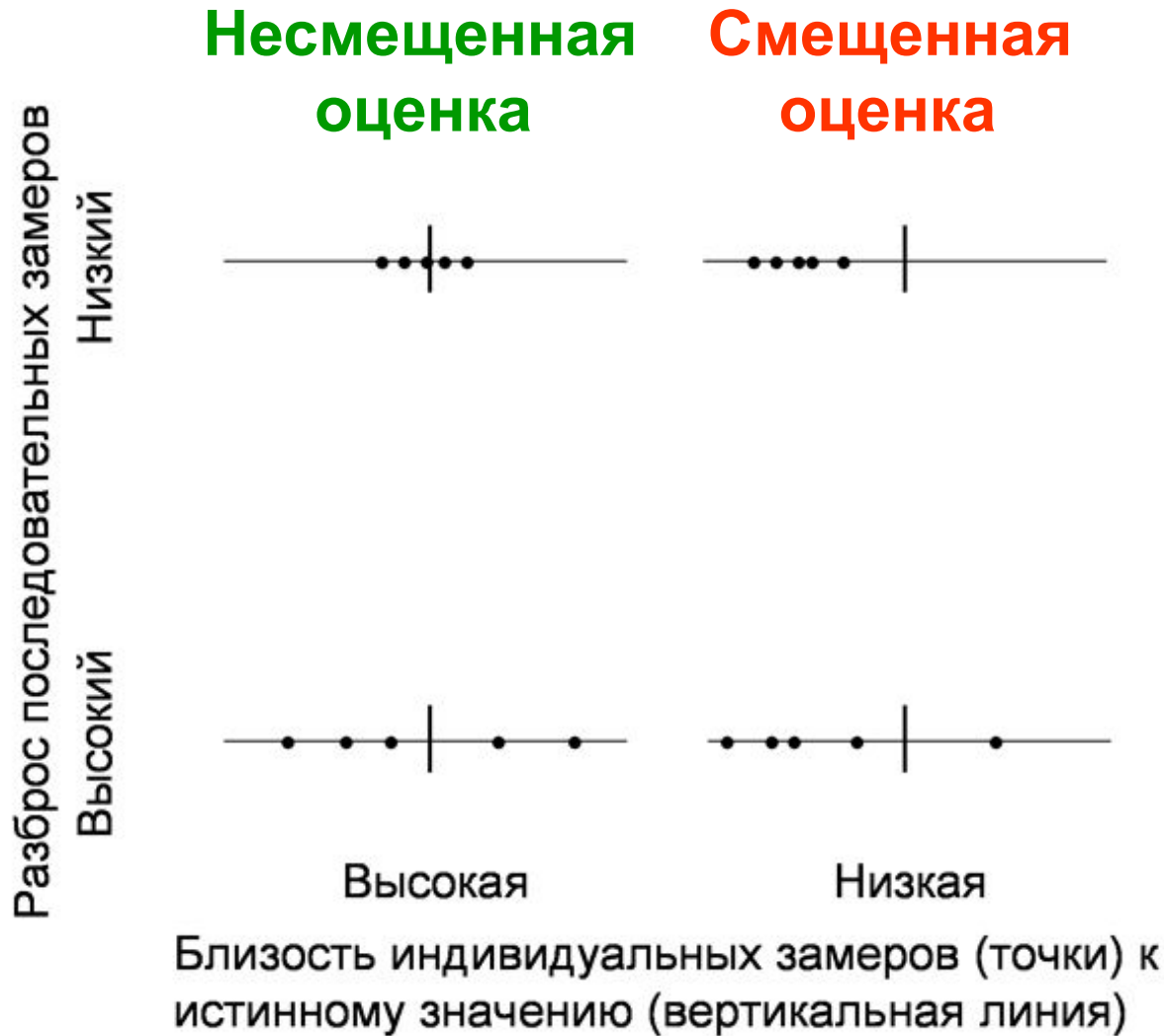
- Поскольку процесс измерения характеризуется определенной точностью, любое значение, полученное в ходе измерения, будет отличаться от истинного значения измеряемой величины.
- Точность измерения оценивается двумя параметрами:
  - *Несмещенностью* (близостью к истинному значению; *accuracy*) и
  - *Эффективностью* (разбросом последовательных замеров одного и того же объекта; *precision*).

# Несмещенность и эффективность



Близость индивидуальных замеров (точки) к истинному значению (вертикальная линия)

# Несмещенность и эффективность



# Примеры получения смещенных оценок при измерении длины листа

Неустраняемая



Устраняемая



# Точность измерения

- Непрерывные данные измеряют с определенной точностью, так что на практике полученная величина обозначает не точку, а интервал:

Результат измерения	Границы истинного значения
67	66.6 – 67.4
67.2	67.15 – 67.25
67.23	67.226 – 67.234

# Практическая рекомендация

- Поскольку большие величины часто измеряются менее аккуратно, следует уделять больше внимания форме их представления.
- Например, в цитате «в заповеднике обитает 31,000 оленей» точность измерения не ясна.
- Указать точность оценки можно либо показом границ округления (31 тысяча, 310 сотен) либо путем приведения числа в стандартную форму записи ( $3.10 \times 10^4$  для величины, лежащей между 30,950 и 31,040;  $3.100 \times 10^4$  для величины, лежащей между 30,995 и 31,004).

# Практическая рекомендация

- Любой результат измерения - округление истинного значения.
- Развитие техники часто позволяет провести замеры с очень высокой точностью. Однако всегда ли высокая точность замеров полезна?
- Работая с непрерывными (измеряемыми) величинами, вы сэкономите время и ресурсы если ЗАРАНЕЕ определите необходимую точность измерений.



# Эмпирическое правило

- Между минимальным и максимальным значениями должно укладываться от 30 до 100 используемых единиц измерения.

# Пример: измерение длины листа

- Длина листа ивы в нашей выборке изменяется от 28 до 116 мм.
- Точность в 1 мм вполне достаточна (между крайними значениями укладывается 87 классов, отличающихся на 1 мм).
- Округление до ближайшего четного (шкала с шагом 2 мм) также даст удовлетворительные результаты (44 класса).
- Округление до 5 мм даст слишком грубую оценку (17 классов).

# Эмпирическое правило

- Наличия трех значащих цифр достаточно для большинства биологических измерений.

# Значащие цифры

**Определение.** Значащими цифрами числа называют все цифры, начиная с первой слева, отличной от нуля, до последней, значение которой обеспечивается при заданной точности измерения.

- Одна значащая цифра: 1; 0,2; 0,03; 0,004; 0,0005; тысяча;  $2 \times 10^3$ .
- Две значащих цифры: 12; 1,2; 0,23; 0,034; 0,0045; 0,00056; 21 тысяча;  $2,1 \times 10^3$ .
- Три значащих цифры: 120; 12,0; 1,20; 0,234; 0,0345; 0,00456; 0,000567; 210 тысяч;  $2,10 \times 10^3$ .
- Четыре значащих цифры: 1201; 120,1; 1,201; 0,2345; 0,03456; 0,0005678; 2101 тысяча;  $2,101 \times 10^3$ .

# Практическая рекомендация

- Если Вы собираетесь рассчитывать производные величины (например, определять урожай томатов путем перемножения среднего веса плода, числа плодов на квадратный метр, и размера поля), рекомендуется добавлять к замерам дополнительную значащую цифру.

# Эмпирическое правило

- Читатель всегда должен получать информацию о точности, с которой был получен любой численный результат.

# Проверка воспроизводимости (*repeatability*) результатов

- Биологи обычно предполагают, что приводимые ими результаты обладают высокой повторяемостью.
- Если первый наблюдатель обнаружил в гнезде пять птенцов, есть все основания думать, что и второй наблюдатель получит то же самое значение.
- Однако даже с простейшими замерах дело обстоит не так просто, поскольку начальная и конечная точки замера выбираются с определенной долей субъективности.

# Проверка воспроизводимости (*repeatability*) результатов

- Сложнее всего дело обстоит с ранговыми шкалами, используемыми для оценки непрерывной изменчивости.



# Информация о воспроизводимости результатов отсутствует

При отлове птиц их кольцевали, взвешивали с точностью до 0.1 г, измеряли длину крыла по общепринятой методике с точностью до 1 мм. Количество подкожного жира **оценивали** по десятибалльной шкале — от 1 (нет жира) до 10 (очень много) (Блюменталь, Дольник, 1962; Виноградова и др., 1976). Фиксировали также время отлова

# Проверка воспроизводимости (*repeatability*) результатов

В приведенном примере следовало:

- Проверить, насколько сопоставимы между собой результаты оценки упитанности синиц одним и тем же учетчиком в «слепом» тесте (то есть учетчик не знает, оценивал ли он уже именно эту птицу, а если оценивал, то какова была его оценка).
- Проверить, насколько сопоставимы между собой результаты различных учетчиков.
- Опубликовать результаты в методической части статьи.

# Проверка воспроизводимости (*repeatability*) результатов

Если воспроизводимость оказалась низкой:

- Провести тренировки для обеспечения лучшей сходимости оценок;
- Изменить методику:
  - измерять каждый объект дважды или трижды;
  - понизить точность измерения;
  - уменьшить количество классов.

# Проверка повторяемости (*repeatability*) результатов

- В некоторых случаях, когда величина ожидаемого эффекта сопоставима с точностью проведения замеров, практикуется двукратное независимое измерение всего материала (как правило, различными исследователями).
- Оба замера используются в дисперсионном анализе для разграничения (малого) эффекта и ошибки измерения.

# Предварительный сбор информации

- Практически для любого этапа планирования эксперимента необходима информация о свойствах изучаемого объекта.
- В связи с этим сбор предварительной информации и отработка методики сбора данных представляют собой важнейший этап планирования НИР.

# Планирование сбора данных

- При предварительном сборе информации необходимо выявить все (или практически все) возможные источники изменчивости конечного результата.
- На основании предварительного сбора информации составляются инструкция и формы для записи первичных данных.
- Это необходимо даже в том случае, если собирать данные будет тот же человек, кто планирует работу.

# Пример: замеры длины листа березы в градиенте загрязнения

## (1) Какова примерная величина эффекта?

- Измеряем по 5 листьев на 5 деревьях в самом «грязном» и самом «чистом» местах.
- Оцениваем  $\sigma$  и разность между средними величинами.
- ИЛИ: ищем эти данные в публикациях на сходную тему.
- Рассчитываем объемы выборок.

# Пример: замеры длины листа березы в градиенте загрязнения

## **(2) Как будем выбирать деревья?**

- Сколько деревьев с одной ПП?
- Возраст (размер) дерева?
- Затененность дерева?
- Будем ли метить деревья?
- Будем ли включать в выборку обильно плодоносящие деревья?
- На каком расстоянии от дороги будем выбирать деревья?



# Пример: замеры длины листа березы в градиенте загрязнения

## **(3) Как будем выбирать листья?**

- Из какой части кроны будем брать пробу?
- Сколько будем брать листьев с одного дерева?
- У березы два типа побегов – короткие и длинные; листья с какого типа побегов будем измерять?
- Каждый тип побега бывает генеративным и вегетативным. Будем ли включать в пробу листья генеративных побегов?
- Листья на побеге не одинаковые. Какой лист будем выбирать для замера?

# Пример: замеры длины листа березы в градиенте загрязнения

## **(4) Как будем производить замеры?**

- Будем измерять листья в полевых условиях или будем собирать листья, а замеры производить в лаборатории?
- Если в лаборатории, то будем измерять свежие или высушенные листья?
- Будем ли сохранять измеренные листья?
- Чем будем измерять, с какой точностью?
- Как будем регистрировать первичные данные?

# Проверка реалистичности плана

Самецки для полевого эксперимента  
(подготовка леса в леску)

SA	12 sites (6 localities × 2 levels)	5 trees	
		= 60 progenies	
(1)	+	крест	20 самцов на дерево } 60 шт./site 3 дерева на site 5 др.
			400 шт.
(2)	in	out	20 шт./site
	×10	×10	
	= 2 × 5 mother trees		
(3)	⊙	⊙	15 = 21 на блок
			5 блоков
			105 сам.
			= 185/site
всего	720 + 240 + 1260 = 2220		225/site =
			2700 шт.
45 с дерева.	50-60 с дерева		
	3000 - 3600 самцов.		

# Проверка реалистичности плана

Скорость геофизики геомологов - USSR project

I. Monitoring trees (units 1-6)

(a) basic plots - 18 × 3 sp × 6 unit = 324

(b) all plots - 36 × 3 sp × 6 unit = 648

подготовка образца: 15' } (a) 160 h ≈ 20 d  
обработка -и- 15' } (b) 40 d

Вариант Ia - только basic plots

выпадают: Кипель - елки (-18)

Ревунитор-сосны (-18)

всего 288 проб

Обработка:	ANOVA	объемы?	по типу средств
(s) стрессор (pol, alt, sea)	df = 2		—
(i) интенсивность (h, m, l)	2		2
(t) вид дерева (сосна, ель, бер)	2		2
(p) наименее деревья	1		1
s × i	4		—
t × p	2		2
s × i × t	8		—
i × t × p	4		4
s × i × t × p	8		—
	Z = 33		9
OK	error 254		ser: 108, 90, 90

Цитологизация: диаметр. бур. 580 × 580, 140 g/m<sup>2</sup>  
всего места ~ 47 гр. Вес пробн г. всего 2.5-3.5 g  
г. е. мест = 18-19 проб пусть 16 шт!  
всего пробн ~ 2.95 г. ОК

Нужно 300 проб г. е. 19 л. с запасом 20 л.

20 л. × 1.79 € × 1.22 (АИ) ≈ 45 € ОК

Sampling (mid-August): 3 days, MK+VZ

5 branches of each species from each site; + from chambers where they are established. Size of branches: Vaccinium + B. nana = approx. 200 leaves; Salix + Arctous + B. pubescens = approx. 100 leaves; conifers: approx. 500 needles.

Assume that we have all species everywhere (18 sites monitoring + 6 sites experiment)

- Conifers: 18 sites \* 3 plant species \* 5 branches – 270 branches \* 2 min processing time – 9 hours
- Large-leaved:  $(24*2sp + 18*1sp)*5*100$  leaves = 33,000 leaves, counting time 12 h, sorting 12 h, recording 6 h
- Small-leaved:  $24*4*5*200$  leaves=96,000 leaves, counting time 30 h, sorting 30 h, recording 15 h.

Technical work (counting): 42 hours

Qualified technical work (sorting): 42 hours

MK (recording): 30 hours

Team of 4 persons (MK+VZ+2): 3 days.

Measurements:

- weight of 10 leaves/needle: 1080 samples
- weight of leaf disks (5): 810 samples

Time for weighing: 30 hours

Проверка  
реалистичности  
плана

# Важность составления инструкции

- Письменное изложение часто выявляет слабые стороны методики.
- По прошествии некоторого времени инструкция поможет вам вспомнить, как собирали первичную информацию.
- Если какая-либо процедура повторяется из года в год (например, при многолетнем мониторинге), использование инструкции становится обязательным условием получения сопоставимых данных.

# Важность составления инструкции

- Письменная инструкция обязательна при привлечении к работе помощников.
- Наличие письменной инструкции, помимо повышения качества работы, избавит вас от выслушивания ответов типа «Вы этого не говорили!» и «А я подумал...».

# Важность составления инструкции

- При составлении инструкции особое внимание следует обратить на действия, которые помогут избежать необратимой потери информации.
- Например, если в ходе обработки одна выборка делится на несколько частей, должен быть обязательно указан порядок маркировки и упаковки каждой части.



# Пример инструкции

- **Первичная разборка пакетов водяники, собранных для анализа возрастной структуры популяций**
- До начала разборки пакеты хранить в холодильнике!
- Одна проба представляет собой ветку и часть стебля; на липкой ленте, которыми они соединены, написана длина ветви.
- В каждом из 4х пакетов (с надписями 1265, 1252, 1224, 1212) находится по 15 проб.
- Пробы внутри пакета пронумеровать – от 1 до 15; номер написать на липкой ленте.
- Переписать в бланк длины ветвей (с липкой ленты).
- Разъединить ветку и стебель. Использовать дополнительную белую ленту для того, чтобы написать номер пробы и на ветке, и на стебле. При этом ветки получают номера от 1 до 15 и остаются в исходном пакете, а стебли получают номера с указанием на место сбора – например, 1265-1, 1265-2 и т. п. Стебли сложить в новые пакеты, на которых написать место сбора.
- У каждой ветки замерить длины 10 осевых побегов, выросших в прошлом году; длину (в мм) записать в бланк.
- Все пакеты с пробами вернуть.

# Пример инструкции (1/3)

- **Инструкция по выращиванию листоеда**
- В опыте используется 50 бьюксов. В каждый бьюкс помещено по 7 личинок. Каждому бьюксу соответствует один куст ивы, по 5 кустов на 10 разных участках трассы.
- У личинок всегда должен быть свежий корм. Обычно корм нуждается в замене один раз в 3 дня. Ветки ивы нужно хранить в холодильнике. Этого запаса хватает на 2, иногда – на 3 замены корма.
- Корм нужно менять, если он почти весь съеден, или подсох, или заплесневел. При смене корма нужно считать живых личинок; результат записывать в бланк под датой смены корма. Смену корма производить следующим образом:
  - Вытряхнуть содержимое бьюкса на лист белой бумаги;
  - Убедиться, что на стенках и на крышке не осталось личинок;
  - При необходимости протереть бьюкс и крышку салфеткой;
  - Положить в бьюкс свежий корм;
  - Пересадить в бьюкс личинок (можно стряхивать их кисточкой со старого корма, либо отрезать кусочки листьев с личинками и класть личинок в бьюкс вместе с кусочками листьев);
  - Записать количество живых личинок в бланк под датой смены корма;
  - Выбросить старый корм.

# Пример инструкции (2/3)

- Личинки, особенно мелкие, трудно различимы на листьях – их поиск требует повышенного внимания и хорошего освещения. Личинки не пропадают бесследно – если они погибают, то на дне бюкса можно найти их трупы. Если личинок меньше, чем при предыдущем учете – нужно повторно и очень внимательно осмотреть старый корм.
- Если в бюксе погибли все личинки, то в учете пишется ноль, и бюкс исключается из эксперимента.
- После того, как личинки достигнут 8-10 мм в длину, они начинают окукливаться. При этом личинки прикрепляются «хвостом» к листочку (либо стенке или крышке бюкса), сморщиваются и замирают. Таких личинок сгонять с листочка (стенки, крышки) нельзя – они при этом погибнут. Пересадку проводить только отрезанием части листочка с прикрепившейся личинкой. Прикрепившимся личинкам корм больше не нужен!
- При обнаружении прикрепившихся личинок их количество записывают в бланк с кодом «рр»; например, запись «3+3рр» означает, что в бюксе находятся 3 питающихся личинки и три прикрепившихся личинки.

# Пример инструкции (3/3)

- Прикрепившиеся личинки сбрасывают шкурку и превращаются в куколок. Куколки сначала почти белые, потом темнеют. Куколки шире и короче личинок, формой тела они напоминают взрослого жука. При обнаружении куколок их количество записывают в бланк с кодом «р»; например, запись «1+3рр+2р» означает, что в бьюксе находятся 1 питающаяся личинка, три прикрепившихся личинки, и 2 куколки.
- Куколки в корме и в уходе не нуждаются. После окукливания всех личинок в бьюксе не должно быть свежих листьев!
- Бьюксы с куколками необходимо просматривать ежедневно, желательно в первой половине дня. Вылупившихся жуков необходимо взвешивать индивидуально, а результат записывать в соответствующую строку бланка после даты взвешивания. Например, запись «2.7: 237, 188, 165; 3.7: 222» означает, что второго июля в бьюксе вылупились три жука весом 0.0237, 0.0188, и 0.0165 грамма, а третьего июля – один жук весом 0.0222 грамма.
- После взвешивания всех жуков сажать в общую банку с любыми листьями ивы; банку с жуками хранить в холодильнике.

# Пример формы для записи данных

Замеры образцов водяники, собранных для анализа возрастной структуры популяций

км	№	Длина	диам,	Возр,	Длины 10 осевых побегов, прирост 2002 года									
		см	мм	лет										
1265	1													
1265	2													
1265	3													
1265	4													
1265	5													
1265	6													

.....

# Пример формы для записи данных

Birch vigour: monitoring trees, 2011. Tree size: AAA. Shoot length: 20.8 Shoot number: 22.6. Catkins: 23.6 Damage: 20.1

Site	Tree	Stem D no	ED	H	Shoot length, mm										Mean	St no	M(♂) catk	F(♀) catk	Lv dam	Herbivores	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							11
1263	1	1	18	13	70	62	60	64	59	70	55				61.6	0	0	0	21	3Tce	
	2	4	28	18	91	75	34	55	46	56	121	159	73	90	45	75.4	7+3	0	0	50	4TOR
	3	4	18	20	57	45	20	17	36	39	20	12	23	19	25	25.6	4+6	0	0	76	2P, 3Tce
	4	4	16	8	16	45										-	0	0	0	5	-
	5	2	29	20	93	81	80	74	92	141	83	65	50	68	64	72.6	86	0	0	12	3TOR
1261	1	1	53	33	153	90	22	61	90	93	32	89	121	68	60	72.6	83	0	8	15	2P, 1TOR, 2E, 1Inc
	2	4	46	34	232	156	81	70	122	86	60	78	90	56	19	74.7	94	0	0	35	9TOR, 1P, 2Dep
	3	5	66	46	235	98	110	65	78	135	40	40	72	88	78	80.4	126	0	2	73	3P, 7Tce
	4	1	84	46	183	71	80	41	66	19	46	60	36	112	65	59.6	58	0	0	49	8TOR, 2P
	5	3	54	45	313	100	96	116	85	45	65	96	4	72	35	71.4	46	0	0	22	4TOR
1258	1	7	11	17	170	182	61	112	69	100	25	49	206	151	160	111.5	~250	.	0	1	Dep, Tor, P
	2	9	746	210	880	72	50	48	75	112	134	112	28	80	64	77.5	~1200	.	15+	10	Dep, Tor, E
	3	9	111	170	690	32	37	142	167	63	111	93	47	185	85	96.2	~700	.	0	21	Dep, 5Tce
	4	2	73	68	380	98	72	82	34	27	53	25	60	61	74	94.2	62	0	0	12	Dep, Tor
	5	5	90	87	410	47	53	32	63	58	62	57	45	47	45	50.9	84	0	1	11	Dep, 3Tce
1256	1	4	42	44	260	35	23	19	43	36	20	19	6	15	35	25.1	49	0	2	19	3TOR, 1E
	2	3	100	120	500	76	110	78	88	72	104	51	52	93	87	81.1	~250	~300	1	31	1TOR, E, L, Tor
	3	1	70	67	422	56	61	58	57	26	17	43	98	92	114	62.2	61	0	0	3	2Tce, E, 2Dep
	4	2	159	155	580	40	31	19	35	44	36	58	16	42	19	34	~600	~300	0	4	L, 1E, 1P, 1TOR, 5Tce
	5	2	122	117	560	41	32	51	43	19	31	26	29	38	41	35.1	~900	~880	26+	7	5Tce, E, Tor

# Пример формы для записи данных

Значение предыдущего замера

3	145	3,2	170
4.5	140	4,5	150
2.5	230	2,5	120!

Наличие в бланке этих данных позволяет избежать случайных ошибок (измерен не тот объект, ошибка измерения и т.п.).





# Проверка восприятия инструкции

- Если инструкция пишется для помощника, то обязательно нужно убедиться в том, что она правильно им понята.
- Лучше всего провести тренировку.

# Запись данных

- Любая запись должна
  - Быть датирована;
  - Содержать информацию о характере замера;
  - Содержать информацию о пробе (например, место сбора).

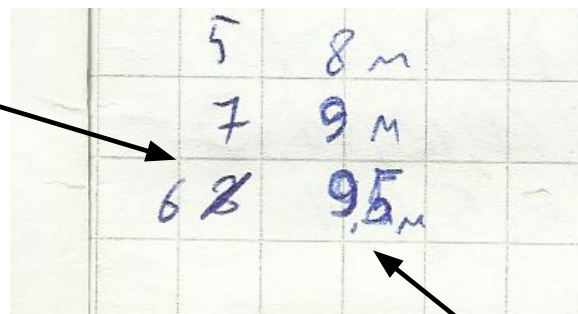
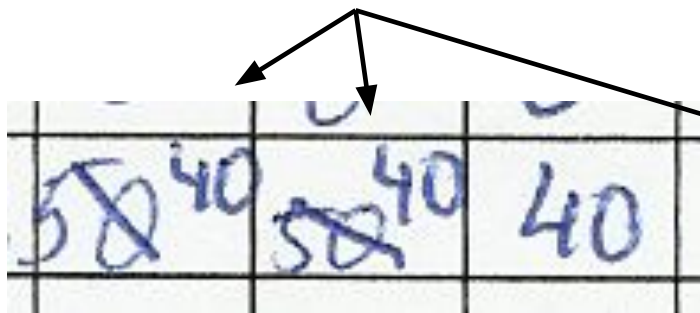


# Запись данных

- Любая запись не должна допускать двойное толкование, особенно численных значений;
- Если в записи допущена ошибка, то категорически запрещается исправление поверх ошибочной записи.
  - Ошибочную запись следует зачеркнуть, и рядом внести новую.


# Примеры исправления записей

**Правильно**



**Неправильно**

# Проверка качества

- В конце каждого рабочего дня необходимо убедиться в том, что все сделанные записи датированы, читаемы, и не могут впоследствии быть неправильно поняты (или не поняты вообще). A red rectangular box containing a blue stamp with the text "ПРОБЕЖЕНО 22 АВГ 2011".
- Насколько возможно, следует сохранять исходный материал до черновой обработки результатов.

# Хранение исходных данных

- Исходные данные – фундамент научных исследований, поэтому большинство ученых хранит их до прекращения научной деятельности.
- Исходные данные необходимо хранить как минимум до публикации результатов исследования.
- Бывают случаи, когда заподозренные в фальсификации данных ученые вынуждены предъявлять все первичные записи, чтобы отвести от себя обвинения.

# Хранение коллекций

- При проведении флористических и фаунистических исследований длительное хранение коллекционного материала – этическая обязанность ученого.
- Материал должен быть законсервирован и этикетирован согласно принятым процедурам.
- По возможности материал должен быть передан в одно из центральных профильных учреждений, которое обеспечивает длительную сохранность коллекций.



# Хранение биологических проб

- В некоторых странах существуют депозитарии для материалов определенного типа, в которые ученые могут (на добровольной основе) передать свои пробы.
- В условиях быстро изменяющейся окружающей среды и постоянно совершенствующихся методов анализа ценность проб, собранных десятилетия тому назад, неуклонно возрастает.

# Публикация результатов и электронные архивы

- При публикации результатов строго обязательно приведение данных, необходимых для расчета (оценки) величины эффекта:
  - среднее (или медиана);
  - характеристика изменчивости признака (например, стандартная ошибка);
  - объем выборки, на основании которой рассчитаны эти величины.
- Отсутствие любой из этих характеристик (либо невозможность их однозначной интерпретации) означает, что данные не будут вовлечены в научный оборот.

# Пример: Данные, которые НЕВОЗМОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ

Таблица 6. Состав эфирных масел в хвое саженцев сосны, % от суммы

Компонент	09.06.95 г.	17.07.95 г.			06.09.95 г.			18.09.95 г.		
	Контроль	MnSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	MnSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	MnSO <sub>4</sub>	CuSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O
Трициклен	1.05	0.72	0.40	1.10	0.63	2.01	0.37	0.30	0.35	0.34
α-Пинен	39.00	35.80	49.50	4.20	21.80	24.20	38.20	41.50	33.80	30.21
Камфен	0.42	3.90	4.60	5.00	3.10	3.22	5.35	4.50	5.20	5.26
β-Пинен	3.40	1.85	1.53	1.70	1.27	2.60	4.60	8.60	2.10	4.52
Δ <sup>3</sup> -Карен	32.00	6.80	7.10	7.00	4.40	5.00	6.40	5.60	6.80	6.72
Лимонен + β-фелландрен	1.50	1.00	0.96	0.93	1.00	0.53	0.90	2.90	1.80	3.00
γ-Терпинен	1.90	0.90	1.10	0.84	0.70	0.34	0.55	0.30	1.90	0.70
Терпинолен	2.70	0.62	0.96	0.93	0.53	0.46	0.55	0.24	0.70	0.54
Сесквитерпены + кислородсодержащие вещества	18.03	48.41	33.85	78.30	66.57	61.64	43.08	36.06	47.35	48.71

# Пример: Данные, которые СЛОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ

Эксперименты проводили в искусственных средах различной минерализации и ионного состава. Для сред пресноводного состава использовали артезианскую воду с добавлением химических реактивов, для сред морского состава – разведения морской соли Евпаторийского сольпрома в дистиллированной воде (табл. 1). Ввиду крайне короткого периода жизни личинок в свободно-

плавающем состоянии все эксперименты по определению смертности проводили в течение суток. Температура в опытах составляла  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ . Опыты по определению острой токсичности тяжелых металлов, калия, метаболитов синезеленых водорослей и соленостной толерантности велигеров выполняли в 10-мл стаканчиках (по 10 животных в каждом). Повторность экспериментов – 5–7 раз.



Рис. 1. Влияние солености среды на велигеров *D. polymorpha*.



Рис. 2. Влияние концентрации калия в воде на смертность велигеров *D. polymorpha*.

# Пример: Полное представление данных

Таблица 1. Размеры комаров *Ae. communis* и *Ae. flavescens* из поселений разной плотности (над чертой – 0.05 экз./мл, под чертой – 0.5 экз./мл)

Показатели	<i>Ae. communis</i>	<i>Ae. flavescens</i>
	<i>n</i> <i>M ± m</i> <i>CV, %</i>	<i>n</i> <i>M ± m</i> <i>CV, %</i>
Вес куколок, мг (самцы и самки вместе)	44/30 3.62 ± 0.119/3.95 ± 0.127 21.7/17.6	33/32 6.36 ± 0.202/7.08 ± 0.169 18.2/13.5
Время личиночного развития, день	44/30 9.36 ± 0.195/9.54 ± 0.274 13.8/15.8	33/32 9.72 ± 0.186/9.34 ± 0.139 10.9/8.4

# Публикация результатов и электронные архивы

- С появлением электронных архивов появилась возможность сопровождать публикуемые статьи сколь угодно подробной исходной информацией.
- Публикация исходных данных в электронных архивах:
  - поднимает авторитет исследователя,
  - повышает цитируемость статьи,
  - избавляет автора от необходимости хранения исходных данных.

# Это полезно запомнить...

- Предварительный сбор информации и составление письменной инструкции для сбора материала – завершающие этапы планирования биологического исследования.
- Составление форм для записи первичных данных позволяет существенно уменьшить количество «технических» ошибок.
- Первичные данные необходимо хранить как минимум до публикации результатов исследования.
- Первичные данные желательно публиковать в виде электронных приложений к научной работе.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Основной вид научного продукта – публикация в журнале, предпочтительно – в международном, предпочтительно – с высоким импакт-фактором.
- Международные журналы биологического профиля предпочитают публиковать статьи, описывающие экспериментальную проверку гипотез, сформулированных до начала исследования.



# Общее заключение по лекционному курсу

- Планирование – важнейшая часть НИР, определяющая качество научного продукта.
- К моменту начала сбора данных исследователь должен четко представлять себе план статьи, которая будет написана на основании анализа ЭТИХ данных.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Планирование включает:
  - поиск опубликованной и сбор оригинальной (предварительной) информации;
  - определение научной проблемы;
  - формулировку гипотезы;
  - формулировку цели и задач исследования.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Будьте готовы четко объяснить человеку, не знакомому с узкой областью ваших исследований, какую проблему вы изучаете и на какие вопросы пытаетесь ответить.
- Помните, что логика – одна из основ планирования НИР.
- Нарушения логичности исходных посылок могут привести к необходимости переделки всей работы.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Планирование включает:
  - определение приемлемой вероятности ошибок первого и второго рода;
  - предварительную оценку величины эффекта, который планируется обнаружить (или задание точности проводимых измерений);
  - составление схемы эксперимента;
  - расчет количества повторностей.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Критически относитесь к чужим экспериментальным планам – избегайте слепого копирования.
- Собирайте материал так, чтобы получить по крайней мере две выборки для каждой из возможных комбинаций исследуемых факторов.
- Помните, что различия *между* группами могут быть продемонстрированы лишь в сравнении с изменчивостью *внутри* групп.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Планирование включает:
  - подготовку разделов «Введение» и «Материалы и методы» для статьи либо заявки на финансирование;
  - разработку и проверку инструкций по сбору данных и форм для записи данных.

# Общее заключение по лекционному курсу

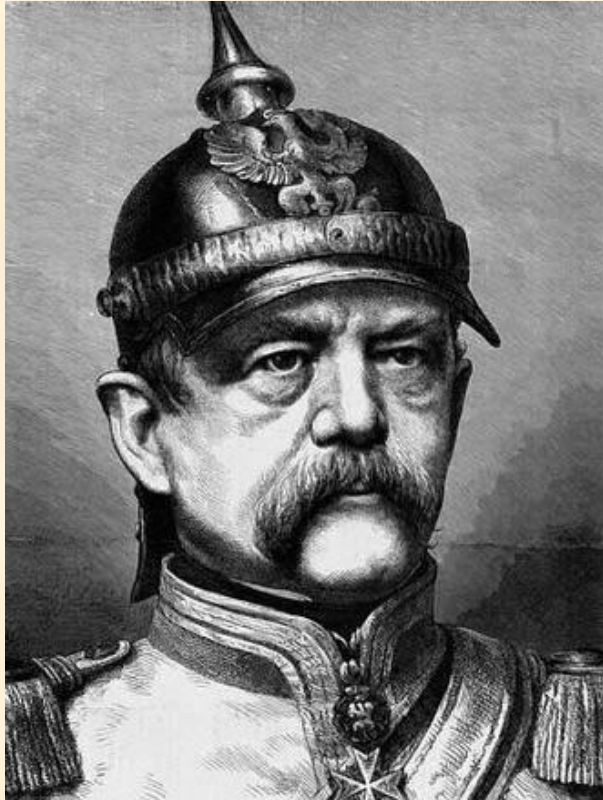
- Во «Введении» должна быть сформулирована проблема, а текст должен убедить читателя в важности её решения.
- «Введение» должно логически подвести читателя к формулировке цели и задач исследования.
- Раздел «Материалы и методы» теоретически должен позволить другому специалисту воспроизвести Ваши результаты.

# Общее заключение по лекционному курсу

- Пишите коротко и ясно.
- Если читатель не понял мысли автора – виноват автор!
- Тщательно редактируйте тексты.
- Избегайте «умных слов» и жаргона.
- Критически относитесь и к своим, и к чужим текстам.



# Лирическое отступление



*«Дураки говорят, что они учатся на собственном опыте. Я предпочитаю учиться на опыте других».*

Отто фон Бисмарк

*Спасибо за внимание!*

