

Экспериментальные единицы и
повторности в физиологических
исследованиях:
методологические сложности
изучения экологии человека

Кунавин М.А.

Содержание:

- Часть 1. Экспериментальные единицы

*Истории о том, как преувеличивается
человеческая индивидуальность*

- Часть 2. Повторности

Истории о исследованиях длиною в жизнь

- Часть 3. Экстраполяция выводов

*Истории о бессмысленных попытках изучения
Арктики*

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Hurlbert S.H. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments // Ecological Monographs. 1984. Vol. 54. P. 187-211.
(Количество цитирований на 22.04.16: 4891)
2. Козлов М.В. Мнимые повторности в экологических исследованиях: проблема, не замеченная российскими учеными // Журн. общ. биологии. 2003. Т. 64. № 4. С.292-307.

Область воздействия фактора

Фактор	Область воздействия
Пол	Индивид
Возраст	Индивид
Физическая нагрузка	Индивид
Пробы Штанге и проч.	Индивид
Вакцинация (процедура)	Индивид
Вакцинация (мероприятие)	Город/район/область/страна
Учебная программа	Школа
Учебные четверти	Школьники
Сезонность	Население определенной территории
Полярный день/ночь	Население определенной территории
Арктика	Всё население Арктики

Экспериментальная единица

«...— это наименьший объект (система, существо или иная единица экспериментального материала), который экспериментатор выбирает для некоторого воздействия (или комбинации воздействий) и который испытывает это воздействие независимо от остальных подобных объектов.»

S. Hurlbert

Экспериментальные единицы

Фактор	Экспериментальная единица
Пол	Индивид
Возраст	Индивид
Физическая нагрузка	Индивид
Пробы Штанге и проч.	Индивид
Вакцинация (процедура)	Индивид
Вакцинация (мероприятие)	Город/район/область/страна
Учебная программа	Класс/Школа
Учебные четверти	Школьники
Сезонность	Население определенной территории
Полярный день/ночь	Население определенной территории
Арктика	Всё население Арктики

Измеряемые единицы

«Экспериментальная единица может состоять из нескольких измеряемых / оцениваемых единиц (evaluation units), определяемых как «элемент экспериментальной единицы, служащий основой для получения одной индивидуальной оценки либо замера»

М.В. Козлов, S. Hurlbert, 2006

Измеряемые единицы

Фактор	Экспериментальная единица	Измеряемые единицы
Пол	Индивид	-
Пробы Штанге и проч.	Индивид	Повторности пробы
Вакцинация (процедура)	Индивид	Клетки иммунной системы
Вакцинация (мероприятие)	Город/район/область/страна	Индивид
Учебная программа	Класс/Школа	Индивид
Учебные четверти	Школьники	Индивид
Сезонность	Население определенной территории	Индивид
Полярный день/ночь	Население определенной территории	Индивид
Арктика	Всё население Арктики	Индивид

Истинная повторность

«...независимая экспериментальная единица рассматривается как истинная повторность (true replicate) при статистическом анализе данных.»

М.В. Козлов

Другими словами, объем выборки в исследовании равен количеству проанализированных экспериментальных единиц.

Истинные повторности

Фактор	Экспериментальная единица	Объем выборки
Пол	Индивид	Количество человек
Пробы Штанге и проч.	Индивид	Количество человек
Вакцинация (процедура)	Индивид	Количество человек
Вакцинация (мероприятие)	Город/район/область/страна	Количество городов/районов/областей
Учебная программа	Класс/Школа	Количество классов/школ
Учебные четверти	Школьники	Количество четвертей
Сезонность	Население определенной территории	Количество сезонов
Полярный день/ночь	Население определенной территории	Количество полярных дней/ночей

Мнимая повторность

Мнимая повторность может быть определена в терминах дисперсионного анализа как проверка эффекта воздействия, основанная на оценке дисперсии (error term), неадекватной рассматриваемой гипотезе.

S. Hurlbert

Мнимая повторность

«Если каждое воздействие прилагается к единственной экспериментальной единице, а внутригрупповая изменчивость оценивается на основании изучения... нескольких измеряемых / оцениваемых единиц (evaluation units), то статистический анализ будет основан на простых мнимых повторностях (simple pseudoreplication).»

М.В. Козлов, S. Hurlbert, 2006

Примеры мнимых повторностей

Пример 1:

Цель работы: изучить сезонную динамику показателей...

Фактор: сезон (весна, зима, лето, осень).

Эксп. единица: все население определенной территории.

Изм. единица: индивид – житель данной территории.

Объем выборки: количество сезонов;

Мнимые повторности: количество человек.

Примеры мнимых повторностей

Пример 2:

Цель работы: изучить физиологические показатели в периоды полярного дня и ночи...

Фактор: освещенность (полярный день, полярная ночь).

Эксп. единица: все население определенной территории.

Изм. единица: индивид – житель данной территории.

Объем выборки: количество полярных дней и ночей;

Мнимые повторности: количество человек.

Что делать?

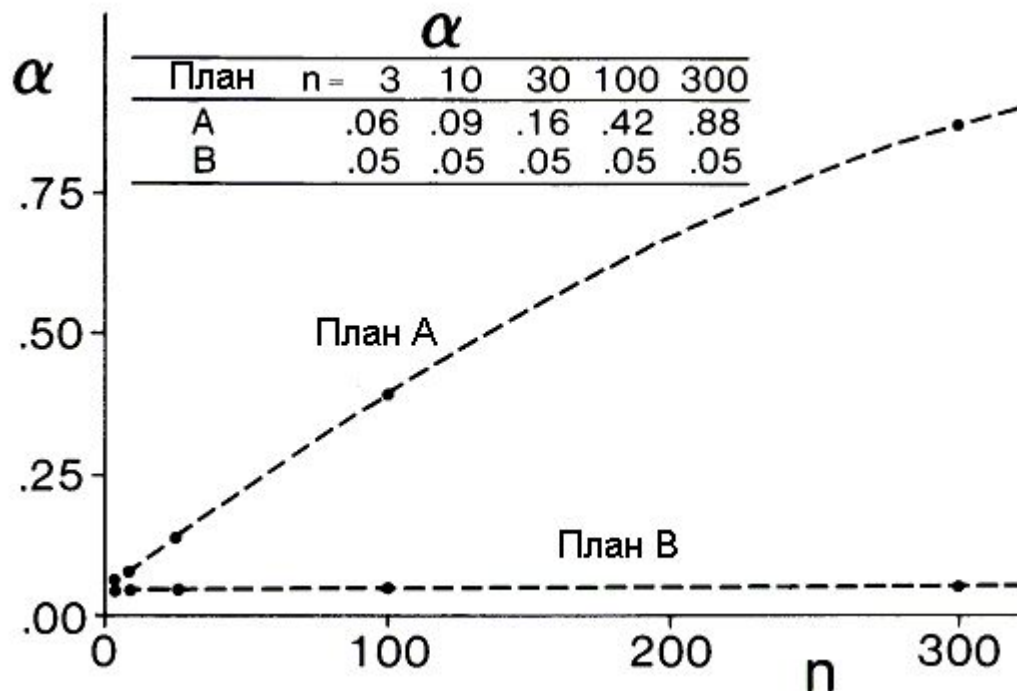
«...множественные выборки из каждой экспериментальной единицы не увеличивают число степеней свободы, пригодных для проверки гипотезы об эффекте воздействия. В таких испытаниях самым простым и наименее подверженным ошибке подходом было бы использовать только единственную скалярную величину (выборочное среднее) для каждой экспериментальной единицы и полностью опустить любой формальный анализ данных по индивидуальным выборкам и подвыборкам»

S. Hurlbert

Усреднение измеряемых елинии

	Объекты усреднения
Электроэнцефалография (ЭЭГ)	Эпохи анализа
Кардиоинтервалография (КИГ)	Кардиоинтервалы
Зрительно-моторные реакции	Латентное время
Учебная программа	Школьники одного класса/школы
Вакцинация (мероприятие)	Население города/района/области
Учебные четверти	Школьники в одной четверти
Сезонность	Все население весной/осенью
Полярный день/ночь	Все население днем/ночью

Почему это критично?



План А: выборка из мнимых повторностей.

План Б: выборка из истинных повторностей (по S. Hurlbert).

Пример усреднения

Пример 3:

Цель работы: изучить показатели ЭЭГ в периоды полярного дня и ночи...

Подвыборка 1 порядка: эпохи ЭЭГ (усредняются для каждого человека);

Подвыборка 2 порядка: люди (усредняются для каждого полярного дня и ночи);

Объем выборки: Количество полярных дней/ночей.

Экстраполяция выводов

«Отчасти в связи с этим так много споров вокруг парникового эффекта: мы не только имеем единственную "экспериментальную повторность", но и не имеем контроля!»

М.В. Козлов

Выводы, полученные в ходе исследования не могут быть вынесены за пределы изученных экспериментальных единиц.

Пример экстраполяции

Пример 4:

Цель работы: изучить особенности показателей... у жителей Архангельской области.

Фактор: Архангельская область

Эксп. единица: Всё население Архангельской области.

Реальная выборка: Жители одного города/района

Контрольная группа (если есть): Жители одного города/района другой области.

Пример экстраполяции

Пример 5:

Цель работы: изучить особенности показателей... в условиях Арктики (циркумполярного региона, Заполярья и проч)

Фактор: Арктика???

Эксп. единица: Всё население Арктики.

Реальная выборка: Жители одного города/района

Контрольная группа (если есть): Жители одного города/района не арктической зоны.

Изучение Арктики как фактора

Основные проблемы:

Эксп. единица: Всё население Арктики;

Контр. группа: Всё население не арктических территорий;

Повторности фактора: отсутствуют.

Для того чтобы найти те уникальные влияния, которые оказывает Арктика на человека потребовалось бы несколько копий планеты Земля

Пути решения проблемы

1. Четко формулируйте изучаемый фактор и область его воздействия;
2. Четко формулируйте границы генеральной совокупности, на которую будут экстраполироваться полученные выводы;
3. Четко определите соотношение экспериментальных и измеряемых единиц в исследовании;
4. Будьте корректны в формулировках.

Благодарю за внимание!