**Исследовательское задание для первой группы: проверяем связь географического распространения насекомых с их температурным фенотипом**

Все реакции организма на окружающую температуру составляют его температурный фенотип (thermal phenotype). Эти реакции отчасти являются простым следствием законов термодинамики, ведь любой организм состоит из веществ, а свойства любого вещества зависят от температуры. Но отчасти нормы реакции на температуру – это результат естественного отбора: они отражают ту температурную среду, в которой жили и к которой приспособились бессчётные поколения предков данной особи. Конечно, интереснее всего изучать температурные фенотипы у эктотермных организмов: вся их жизнь напрямую зависит от температуры окружающей среды, а реакции на температуру многочисленны и разнообразны, что даёт богатый материал для исследования механизмов адаптации. А если эти организмы имеют ещё и хозяйственное значение, то знать их реакции на температуру тем более важно: это позволяет прогнозировать сроки развития вредителей в природе, оценивать возможность их расселения и разрабатывать адекватные меры борьбы. Поэтому для тысяч видов насекомых и клещей, вредящих сельскому и лесному хозяйству, экспериментальным путём были измерены нижний температурный порог и сумма градусо-дней – два основных параметра, описывающих скорость развития от температуры. Усилиями энтузиастов из разных стран, часть накопленных результатов была сведена в таблицу Thermal\_database.xls, которая приложена к этому заданию.

Экологи-эволюционисты часто выявляют адаптации, проверяя связь (корреляцию) между каким-нибудь признаком и параметром окружающей среды. В то же время, корреляция между двумя признаками организма может указывать, что они эволюционируют не независимо друг от друга. Таким путём пойдём и мы. Задача нашего исследования – выяснить, *есть ли корреляция между нижним температурным порогом и суммой градусо-дней, а также между каждым из этих параметров и географической широтой*.

Выберите любой отряд насекомых, достаточно полно и разнообразно представленный в таблице Thermal\_database.xls. Это могут быть жуки (Coleoptera), бабочки (Lepidoptera), перепончатокрылые (Hymenoptera) или кто-то ещё. Нам понадобятся данные из трёх столбцов:

F) Base Devel. temp. (C) – нижний температурный порог развития;  
H) Egg to Adult (DD C) – сумма градусо-дней выше порога, необходимая для полного развития от яйца до имаго;  
AU) Location – место, откуда происходит исследованная популяция.

Составьте таблицу в Microsoft Excel или Google-таблицах из 50 разных видов насекомых, относящихся к одному отряду, для которых известны нижний порог, сумма градусо-дней и место сбора. В отдельной колонке укажите, округлив до десятых, географическую широту места сбора: в некоторых случаях она указана в таблице, но чаще всего её придётся искать в других источниках, например, Google Maps. Достоверные значения широты для многих населённых пунктов (а заодно и ссылки на карту) есть в Википедии. Обратите внимание, что широта часто бывает указана в градусах ° и минутах ′, причём минута – это 1/60 градуса. Минуты следует перевести в десятеричную систему счисления.

Когда таблица будет готова, проверьте, есть ли корреляции между порогом развития, суммой градусо-дней и географической широтой (это легко сделать, построив точечную диаграмму и добавив на неё линию тренда). Как бы вы объяснили полученные закономерности?

**Если у вас остались вопросы или что-то не получается с выполнением задания, можно написать Дмитрию Александровичу сюда: cyathus@yandex.ru или сюда: vk.com/cyathus**

**Исследовательское задание для второй группы: проверяем реальность глобального потепления климата**

Тема глобального потепления становится всё более и более популярной как среди учёных и общественных деятелей, так и среди простых людей, одинаково далёких от науки и политики. Скептицизм по поводу самого факта потепления, возможных его последствий и вклада человека в естественный климатический процесс тоже не ослабевает. Между тем, исследователи ещё в середине прошлого века начали замечать, что ареалы растений и животных в Европе понемногу сдвигаются к северу. Но вплоть до начала 2000-х годов многие биологи отказывались верить, что потепление имеет весомую антропогенную составляющую и может серьёзно повлиять на биоразнообразие. К настоящему времени ускоряющееся потепление и участившиеся экстремальные природные явления зарегистрированы на всех континентах и во всех океанах, а последствия климатических изменений задокументированы для всех основных таксономических групп. Не касаясь причин потепления и его последствий для биосферы, давайте для начала сами удостоверимся в том, что оно вообще происходит.

На сайте Национального управления океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) в открытом доступе находится официальный массив данных по температуре воздуха с метеостанций всего земного шара. Он исправляется, дополняется и обновляется ежедневно. В нём есть как данные 175-летней давности, так и полученные несколько часов назад. Нам для исследования понадобится массив месячных значений температуры. Его можно скачать здесь: <https://www.ncdc.noaa.gov/ghcnm/v3.php> Архив hcnm.tavg.latest.qca.tar.gz содержит среднемесячные значения, т.е. среднюю температуру за сутки, усреднённую за все дни конкретного месяца. Архив hcnm.tmax.latest.qca.tar.gz содержит среднемаксимальные значения, т.е. суточный максимум, усреднённый за все дни месяца. Обратите внимание, что каждый архив имеет ещё и версию qcu: это сырые данные в том виде, в каком были получены от метеослужб. Для наших целей лучше брать файлы qca, где данные прошли проверку в NOAA. В файле README объясняются устройство таблиц данных и использованные сокращения.

В каждом архиве находятся два текстовых файла, которые удобнее открыть в веб-браузере. Файл с расширением .inv содержит перечень метеостанций с их кодами, географическими координатами и некоторыми другими сведениями (рельеф, высота над уровнем моря, расстояние до ближайшего города, тип растительности и т. д.). Файл .dat содержит значения температуры в виде четырёхзначных чисел, где первые две цифры – это целая часть, а последние две – дробная (т.е. 2465 означает 24.65°С).

Выберите в файле .inv для анализа 2 любых (на ваше усмотрение) европейских города, 2 североамериканских, 2 азиатских, 2 южноамериканских, 1 африканский и 1 австралийский. Обратите внимание, что первые три цифры в коде метеостанции означают страну; коды стран можно посмотреть в файле country-codes. Старайтесь выбирать крупные города, например, столицы: для них выше шанс найти данные за большой промежуток времени. Дальнейший порядок действий:

1. Скопировав код нужной метеостанции, найти данные с этой метеостанции в файле .dat с помощью сочетания клавиш Ctrl+F. Каждая строка соответствует данным за один год, строки идут в хронологическом порядке.
2. Скопировать все строки, относящиеся к нужной метеостанции, и вставить их в простой текстовый файл .txt.
3. Открыть текстовый файл с помощью Microsoft Excel (окно «Открытие документа»: в выпадающем меню вместо «Все файлы Excel» нужно выбрать «Все файлы»). Откроется окно импорта текстов. Первый шаг пропускаем, на втором шаге нужно проследить, чтобы программа верно расставила границы столбцов и проставить щелчком мыши недостающие границы (как на скриншоте). Кроме того, выделите отдельным столбцом год (четыре знака между кодом станции и буквой T). На третьем шаге можно нажать «Готово».

Изображение выглядит как снимок экрана

Описание создано с очень высокой степенью достоверности

1. В полученном листе Excel нужно удалить все лишние столбцы, оставив только столбец с годами и 12 столбцов с температурами, которые соответствуют месячным значениям с января по декабрь. Отсутствующие значения обозначены -9999; их можно убрать, нажав Ctrl+F и на вкладке «Заменить» введя следующее:

Изображение выглядит как снимок экрана

Описание создано с очень высокой степенью достоверности

Таблица готова. Осталось только построить графики температуры каждого месяца по годам и проверить, есть ли в череде лет восходящая тенденция. Постройте такие графики и для средних, и для среднемаксимальных температур (а по желанию – и для среднеминимальных из архива hcnm.tmin.latest.qca.tar.gz). Можно ли утверждать, что растёт не только средняя температура, но и экстремальные значения? Участились ли случаи жары в последние годы? Одинаково ли «теплеют» зимние и летние месяцы?

При отсутствии MS Excel, в принципе можно импортировать текстовый файл в Гугл-таблицы (Файл -> Импортировать), но там весь процесс импорта происходит автоматически и результат оставляет желать лучшего. Поэтому полученную таблицу придётся тщательно редактировать вручную, чтобы получить столбец с годами и 12 столбцов с температурами, как описано в п. 4.

**Если у вас остались вопросы или что-то не получается с выполнением задания, можно написать Дмитрию Александровичу сюда: cyathus@yandex.ru или сюда: vk.com/cyathus**