

ООО «АБС»

**М. Г. Сергеев**

# **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

Комплект учебно-методических  
материалов: практикум

Новосибирск  
2021

УДК 574  
ББК 20.1  
С32

Сергеев М. Г.

Экология и рациональное природопользование: Комплект учебно-методических материалов: Практикум / М.Г. Сергеев. – Новосибирск: изд-во ООО «АБС», 2021. – 77 с.

ISBN 978-5-6046739-2-8

Задания практикума разработаны для сопровождения курса "Экология и рациональное природопользование" для обучающихся системы повышения квалификации.

Практикум включает три раздела: примеры тестовых заданий разного типа и разных тематических групп, расчетные задачи по основным разделам курса и исследовательские задания и проекты, при выполнении которых значительное место занимает самостоятельная работа с источниками (в том числе Интернетом).

УДК 574  
ББК 20.1  
ISBN 978-5-6046739-2-8

Рецензенты:

Доктор биологических наук, профессор  
Мордкович Вячеслав Генрихович

Доктор биологических наук, профессор  
Равкин Юрий Соломонович

© АНО ДПО «АБС», 2021  
© М.Г. Сергеев, 2021

# Оглавление

Предисловие	4
Часть 1. Примеры контрольных заданий	5
1.1. Закрытые тесты с одним правильным ответом	5
1.2. Тесты с альтернативными ответами	15
1.3. Тесты на заполнение пропусков	16
1.4. Тесты на на определение соответствий	17
1.5. Тесты с выбором нескольких правильных ответов	18
Часть 2. Задачи	22
2.1. Оценка параметров динамики популяций и миграций	22
2.2. Анализ поло-возрастных пирамид	26
2.3. Анализ демографических таблиц	33
2.4. Анализ межвидовых отношений	35
2.5. Сопоставление основных параметров экосистем	35
2.6. Анализ клима(диа)грамм	36
2.7. Анализ распределения типов экосистем	41
2.8. Анализ загрязнений	47
2.9. Оценка биологического разнообразия	49
2.10. Оценка антропогенного воздействия на экосистемы	50
Часть 3. Исследовательские задания и проекты	58
3.1. Аутэкология	58
3.2. Демэкология	59
3.3. Синэкология	59
3.4. Трансформированные экосистемы	60
3.5. Потоки энергии и вещества в трансформированных экосистемах	68
3.6. Сохранение биоразнообразия и поддержание устойчивости экосистем	71
3.7. Проблема инвазий	75

## Предисловие

Задания практикума разработаны для сопровождения курса "Экология и рациональное природопользование" для обучающихся системы повышения квалификации.

Практикум включает три раздела:

1. Примеры тестовых заданий разного типа и разных тематических групп.
2. Расчетные задачи по основным разделам курса.
3. Исследовательские задания и проекты, при выполнении которых значительное место занимает самостоятельная работа с источниками (в том числе Интернетом).

Часть заданий практикума разработана на основе материалов, опубликованных в учебниках и учебных пособиях. В первую очередь это издания:

Гиляров А. М. Популяционная экология. М.: Изд-во Московского ун-та, 1990. 191 с.

Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Панфилов Д. В. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем. М.: Наука, 1980. 226 с.

Эннос А. Р., Бейли С. Э. Р. Биология окружающей среды. Проблемы и решения. М.: Колос, 1997. 184 с.

Кроме того, при разработке части заданий использованы открытые источники Интернета (главным образом иллюстративный материал по климаграммам и половозрастным пирамидам).

# Часть 1. Примеры контрольных заданий

## 1.1. *Закрытые тесты с одним правильным ответом*

Слово «Экология» появилось

1. В 1866 году
2. В 1876 году
3. В 1996 году
4. В 1860 году
5. В 1870 году

Слово «ЭКОЛОГИЯ» ввел в науку

1. Владимир Вернадский
2. Александр фон Гумбольдт
3. Эдуард Зюсс
4. Эрнст Геккель
5. Карл Рулье

Международная конвенция по биологическому разнообразию была принята в

1. 1960 г.
2. 1982 г.
3. 1992 г.
4. 1995 г.
5. 2001 г.

Термин сукцессия впервые использовал

1. Эрнст Геккель
2. Артур Тенсли
3. Адольф Дюро де ла Маль
4. Владимир Вернадский
5. Генри Коулс

Раздел ЭКОЛОГИИ, изучающий сообщества живых организмов и экосистемы, в состав которых они входят, в том числе особенности их функционирования, динамики и организации:

1. синэкология
2. демэкология
3. аутэкология

4. урбоэкология
5. агроэкология

Солнечная энергия — это примерно ... всего энергетического потока, поступающего на поверхность Земли

1. >99 %
2. 70 %
3. 50 %
4. 10 %
5. 1 %

Большая часть солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, расходуется на:

1. нагревание поверхности
2. фотосинтез
3. поглощение молекулами азота
4. хемосинтез
5. поглощение молекулами озона

К парниковым газам не относят

1. аргон
2. водяной пар
3. диоксид углерода
4. метан
5. оксид азота

Постоянный наклон оси вращения Земли определяет

1. смену сезонов года
2. продолжительность года
3. продолжительность суток
4. положение экватора
5. расположение континентов

Земная кора состоит в основном из легкоплавких соединений

1. диоксид кремния > оксиды алюминия > оксиды железа
2. диоксид кремния > оксиды железа > оксиды алюминия
3. диоксид кремния > оксиды кальция > оксиды железа
4. диоксид кремния > оксиды натрия > оксиды железа
5. оксиды железа > оксиды алюминия > оксиды магния

На современной Земле тропосферные ячейки располагаются так (по отношению к экватору)

1. Гадлея — Ферреля — полярная
2. Гадлея — полярная — Ферреля
3. Ферреля — Гадлея — полярная
4. Ферреля — полярная — Гадлея
5. полярная — Ферреля — Гадлея

В гидросфере большая часть воды содержится в:

1. океане
2. ледниках
3. реках
4. озёрах
5. снежниках

Озоновый слой располагается в

1. тропосфере
2. стратосфере
3. ионосфере
4. литосфере
5. мезосфере

Океаны и моря занимают примерно ... поверхности Земли

1. 25%
2. 50%
3. 70%
4. 90%
5. 10%

Средняя по поверхности Земли температура воздуха в приземном слое тропосферы

1. -10 градусов Цельсия
2. +15 градусов Цельсия
- 3, 0 градусов Цельсия
- 4, +25 градусов Цельсия
5. +5 градусов Цельсия

Прохладная зима с регулярными заморозками и редкими снегопадами характерна для

1. экваториального пояса
2. тропического пояса

3. субтропического пояса
4. умеренного пояса
5. субарктического пояса

Слой пониженной вязкости в верхней мантии Земли это

1. литосфера
2. тропосфера
3. астеносфера
4. земная кора
5. педосфера

В живых организмах (живом веществе) из химических элементов больше всего:

1. азота
2. кислорода
3. кальция
4. железа
5. серы

Химический элемент — водный мигрант

1. углерод
2. азот
3. кислород
4. фосфор
5. аргон

Халькофильные элементы — это

1. элементы сульфидных руд
2. элементы, формирующие атмосферу
3. элементы, сопряженные с силикатными минералами
4. связанные с железными рудами
5. элементы, отсутствующие в природе

В природных экосистемах к числу основных процессов не относится

1. продукция
2. деструкция
3. депонирование
4. ресинтез
5. конструкция

Считается, что полный обмен углерода в атмосфере (без учета деятельности человека) происходит на протяжении ... лет (годов)

1. 7
2. 1
3. 15
4. 110
5. 540

Температура воздуха — это

1. абиотический фактор
2. антропогенный фактор
3. биотический фактор
4. экономический фактор
5. социальный фактор

Для r-стратегов типично

1. быстрое развитие
2. низкая смертность
3. всегда малое число потомков
4. крупные размеры
5. продолжительная жизнь

В общей формуле динамики популяции ( $N_t = N_{t-n} + B - D + C - E$ ) буквой D обозначена

1. смертность
2. рождаемость
3. количество иммигрантов
4. количество эмигрантов
5. интенсивность конкуренции

Автор модели, в которой размер популяции растёт экспоненциально без ограничений:

1. Мальтус
2. Лотка
3. Андресварта
4. Ферхюльст
5. Гаузе

По демографическим таблицам часто рассчитывается значение отношение суммы чисел (долей) особей определенного возраста, доживающих до более поздних возрастов, к числу (доле) особей именно этого возраста. Это

1. ожидаемая продолжительность жизни
2. смертность
3. плодовитость
4. валовая рождаемость
5. чистая скорость размножения

Для маленьких популяций диплоидных организмов с половым размножением не характерно

1. высокий уровень генетического разнообразия
2. близкородственное скрещивание
3. генетический дрейф
4. пониженная жизнеспособность особей
5. повышение смертности

Для какой страны характерна самая высокая удельная скорость прироста населения?

1. Нигер
2. Турция
3. Китай
4. Бразилия
5. Швеция

Синтезируют органические вещества за счет энергии солнечного света:

1. консументы
2. редуценты
3. паразиты
4. продуценты
5. комменсалы

Мутуализм — отношения двух видов, которые можно показать так:

1. -/-
2. +/+
3. +/-
4. -/+
5. +/0

При конкуренции если вид 1 не может сдерживать вид 2, а вид 2 может сдерживать вид 1:

1. каждый вид может быть победителем
2. побеждает вид 2
3. побеждает вид 1
4. устанавливается равновесие
5. оба вида погибают

В воде нерастворимы гуматы

1. кальция
2. калия
3. натрия
4. аммония
5. железа

Функциональная связь в сообществе, когда особи одного вида используют разнообразные части других организмов для сооружения гнезд, других убежищ и т.п., называется

1. трофической
2. топической
3. форической
4. фабрической
5. ковалентной

В модели динамики взаимодействий хищника и жертвы Лотки–Вольтерры изменение численности хищника не зависит от

1. скорости перемещения жертвы
2. исходной численности хищника
3. удельной смертности хищника
4. исходной численности жертвы
5. полезности жертвы

На ассимиляцию в экосистеме обычно расходуется около ... % энергии

1. 25-30
2. 50-60
3. 90
4. 10
5. 1-2

Для экосистем экваториальных лесов характерен следующий уровень чистой первичной продукции (NPP):

1. 1 т/га в год
2. 800–1000 т/га в год
3. 15–50 т/га в год
4. 0,1–0,2 т/га в год
5. 220–280 т/га в год

Экосистемы собственно саванн формируются в условиях климата:

1. тропического с чередованием сухого и дождливого сезонов
2. субтропического с чередованием сухого и дождливого сезона
3. тропического с осадками, равномерно выпадающими на протяжении года
4. экваториального
5. умеренного с сухим летним сезоном

Леса средиземноморского типа часто называют склерофилльными, так как многие характерные для них деревья и кустарники отличаются

1. небольшими листьями с плотными покровами
2. небольшими размерами
3. отсутствием листьев
4. неспособностью к фотосинтезу
5. ядовитостью

Обычная продолжительность восстановительных сукцессий в пустынных экосистемах

1. 1–2 года
2. 50–100 лет
3. 300–400 лет
4. более 1000 лет
5. 200–300 лет

Освоение целины (масштабная распашка обширных степных пространств) не привела к

1. развитию пастбищного скотоводства
2. пыльным бурям

3. деградации черноземов
4. широкому распространению ряда вредителей
5. перевыпасу на оставшихся степных участках

Обычные для таежных экосистем почвы

1. подзолистые и мерзлотно-таежные
2. черные и мерзлотно-таежные
3. каштановые и мерзлотно-таежные
4. бурые и мерзлотно-таежные
5. подзолистые и аллювиальные

В океанах основная часть чистой первичной продукции формируется на глубине

1. 0–200 м
2. 200–400 м
3. 400–6000 м
4. глубже 1000 м
5. 600–1000 м

Один из персонажей романа Фенимора Купера «Пионеры» кричал: « Вот летит стая, которой не видно конца. Всю армию Ксеркса можно было бы кормить целый месяц. А пуху-то сколько! Хватит, чтобы набить перины всем здешним жителям...» О какой птице идёт речь?

1. странствующий голубь
2. белолобый гусь
3. белая куропатка
4. серая утка
5. индейка

Насколько увеличилась средняя концентрация углекислого газа в атмосфере за последние полтора века?

1. 100 %
2. не изменилась
3. 10 %
4. 1 %
5. 30 %

Единица Добсона равна слою стратосферного озона толщиной в ... микрометров при 0 градусов Цельсия и давлении в 1 атмосфере

1. 10
2. 1
3. 0,1
4. 100
5. 500

Первый известный экологический кризис имел место:

1. в Центральной Америке
2. в Гренландии
3. в Междуречье (Месопотамии)
4. в Греции
5. на Апеннинском полуострове

Посевной (обыкновенный) рис введен в культуру в Китае:

1. около 8000 лет назад
2. около 2000 лет назад
3. около 1000 лет назад
4. примерно 500 лет назад
5. примерно 800 лет назад

Неисчерпаемый и возобновляемый энергетический ресурс:

1. уголь
2. нефть
3. газ
4. солнечный свет
5. сланцы

В «Красные книги» традиционно включают:

1. редкие виды
2. редкие экосистемы
3. редкие сообщества
4. интересные горы
5. интересные водоёмы

Почвы, пригодные для земледелия, это ресурс

1. невозобновляемый
2. возобновляемый
3. неисчерпаемый

4. не полностью (частично) возобновляемый
5. рекреационные

Поступление избытков углекислого газа в атмосферу – это загрязнение:

1. химическое глобальное
2. физическое глобальное
3. химическое локальное
4. макробиологическое
5. микробиологическое

Биосферные резерваты создаются в соответствии с решением

1. ЮНЕСКО
2. Всемирного банка
3. Международного союза охраны природы
4. правительства конкретной страны
5. WWF

Экологическим мониторингом называют

1. систему слежения за состоянием экосистем и популяций
2. определение естественных и антропогенных изменений в среде по наличию или по состоянию некоторых видов или сообществ
3. возникновение изоляции популяций в островных местообитаниях
4. постоянный, относительно повторяющийся и частично замкнутый обмен веществ и энергии между живыми организмами и средой их обитания
5. систему слежения за потоками денежных средств, расходуемых на охрану природы

### ***1.2. Тесты с альтернативными ответами***

Если смотреть на Землю со стороны Северного полюса, направление ее вращения вокруг собственной оси - по часовой стрелке — да/нет

Граниты свойственны только континентальной земной коре — да/нет

Антициклон — это область пониженного атмосферного давления — да/нет

Одной генете может соответствовать один модулярный организм — да/нет

Среднегодовые температуры в районах распространения саванн, как правило, несколько выше таковых в районах, занятых экваториальными лесами — да/нет

Эффект Кориолиса определяет смещение траектории движения объектов относительно земной поверхности в Северном полушарии против часовой стрелки — да/нет

### *1.3. Тесты на заполнение пропусков*

\_\_\_\_\_ — тонкая оболочка Земли, охватывающая нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы и населённая живыми организмами и находящаяся (или находившаяся давно) под их влиянием.

Зона \_\_\_\_\_ — область значений экологического фактора, в пределах которых может существовать особь (популяция, вид).

Чистая первичная продукция (NPP) = \_\_\_\_\_  
первичная продукция (GPP) минус (за вычетом) расходы на ассимиляцию (дыхание) (Ra)

Появление в экосистеме чужеродных живых организмов — это \_\_\_\_\_ загрязнение

Факторы, связанные с влиянием на особь других живых существ, называют \_\_\_\_\_.

Использование сотовой связи увеличивает уровень \_\_\_\_\_ загрязнения

\_\_\_\_\_ — популяция с низкой численностью, в которой убывание генетического разнообразия за одно поколение крайне мало и которая может существовать достаточно долго.

\_\_\_\_\_ — содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

#### ***1.4. Тесты на определение соответствий***

Установите соответствие между понятием и его определением

Структура популяции	Соотношение в популяции особей разного возраста, пола, размера, с различными генотипами и т. д.
Динамика популяции	Колебания численности, изменение соотношения самцов и самок, личинок и взрослых, активных и покоящихся стадий в популяции
Экологическая ниша	Совокупность взаимодействующих экологических факторов, в пределах которых возможно нормальное существование особей вида
Ареал	Область, в пределах которой популяции вида существуют постоянно

Сообщество	Совокупность живых существ, заселяющих любой природный, нарушенный или созданный человеком участок поверхности Земли
Биоценоз	Сообщество всех живых организмов, обитающих на каком-либо небольшом более или менее однородном участке

Установите соответствие между биомом и его характеристикой

Полупустыня	Дефицит влаги. Местные растения разрежены, основная часть биомассы находится под землёй. Типичные фитофаги — крупные копытные
Тундра	Дефицит тепла, постоянная многолетняя мерзлота. Обычны мхи, лишайники, низкие кустарники и кустарнички. Типичные фитофаги — лемминги и северные олени
Степь	Дефицит влаги, но сравнительно хорошая обеспеченность теплом. Господствуют травы; деревьев и кустарников относительно немного или они отсутствуют. Обильны травоядные животные — копытные, грызуны, саранчовые

### ***1.5. Тесты с выбором нескольких правильных ответов***

Биологический (биотический) круговорот, как правило, характеризуется

1. определенной цикличностью
2. участием живых существ
3. непрерывностью, сочетающейся с размкнутостью
4. зависимостью от поступления энергии
5. неравномерностью во времени и пространстве

6. сложными связями с другими круговоротами (химических элементов и соединений)
7. полной замкнутостью
8. ограниченностью гидросферой
9. отсутствием этапов, связанных с депонированием
10. независимостью от деятельности живых существ

По представлениям Артура Тенсли экосистема — это

1. целостная физическая система, включающая весь комплекс физических факторов,
2. определённым образом организованная система,
3. развивающаяся система
4. система, характеризующаяся динамическим равновесием
5. система, характеризующаяся взаимодействием органических и неорганических компонентов
6. основная “единица” природы на Земле
7. системы, представленные в самых разных “обликах” и самыми
- разными размерными категориями
8. характеризующаяся определенной (до какой-то степени условной и относительной) изолированностью
9. точный синоним биогеоценоза
10. закрытая система

Популяция, как правило, характеризуется

1. относительной устойчивостью
2. способностью до какой-то степени противостоять факторам внешней среды
3. определенной целостностью
4. относительной изолированностью
5. довольно большим числом особей
6. структурированностью
7. изменчивостью во времени
8. непрерывной передачей генетической информации в длительном ряду поколений
9. уникальностью

#### 10. постоянным значением $r$

Огромная масса азота находится в атмосфере, но большая часть живых существ не может его использовать. Какие утверждения характеризуют круговорот азота с участием живых организмов?

1. к числу основных путей фиксации атмосферного азота в формах, пригодных для эвкариот, относится формирование оксидов азота, образовавшиеся во время грома
2. к числу основных путей фиксации атмосферного азота в формах, пригодных для эвкариот, относится связывание азота в форме  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  в результате фотохимических процессов в атмосфере
3. к числу основных путей фиксации атмосферного азота в формах, пригодных для эвкариот, относится связывание азота в форме  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  в результате электрических разрядов в атмосфере
4. биогенная фиксация азота с участием клубеньковых бактерий
5. биогенная фиксация азота с участием цианобактерий
6. биогенная фиксация азота с участием грибов
7. одни азотфиксаторы обитают в почве, другие являются симбионтами всех цветковых растений.
8. эффективность азотфиксирующих организмов на суше невелика (скорость фиксации азота составляет в среднем 25-75 кг/га в год).
9. на мелководьях морей и океанов азотфиксаторы, особенно из числа цианобактерий, гораздо заметнее: скорость фиксации азота в коралловых рифах может превышать 600 кг/га в год
10. часть азотфиксаторов — симбионты некоторых покрытосеменных растений

Животные, обитающие в толще лесной подстилки, обычно отличаются следующими признаками. Определите три признака, “выпадающие” из общего списка.

1. Яркой окраской
2. Уплощённой формой тела
3. Хорошим полётом
4. Редуцированными глазами
5. Очень длинными ногами
6. Мелкими размерами

В сообществе живых организмов к взаимоотношениям, при которых представители хотя бы одного вида терпят ущерб, относят:

1. аменсализм
2. комменсализм
3. конкуренцию
4. мутуализм
5. нейтрализм
6. «эксплуататор–жертва»

## Часть 2. Задачи

### 2.1. Оценка параметров динамики популяций и миграций

1. Рассчитайте численность популяции по модели Мальтуса для кишечной палочки ( $r = 2,5$  на особь за час) при  $N_0 = 1$  — через 1 ч, 10 ч, 1 сутки.
2. Рассчитайте численность популяции по модели Мальтуса для инфузории-туфельки ( $r = 0,94$  на особь за сутки) при  $N_0 = 10$  — через 12 ч, 1 сутки, 10 дней.
3. Рассчитайте численность популяции по модели Мальтуса для чёрной крысы ( $r = 0,0147$  на особь за сутки) при  $N_0 = 10$  — через 10, 100 и 1000 дней.
4. Рассчитайте численность популяции синицы по модели Мальтуса ( $r = 0,0064$  на особь в сутки) при  $N_0 = 24$  — через 10, 100, 1000 дней.
5. Рассчитайте численность популяции жука-хрущака по модели Мальтуса ( $r = 0,37$  на особь в сутки) при  $N_0 = 13$  — через 10, 100, 1000 дней.
6. Сравните полученные значения для задач 1–5 и попытайтесь их объяснить.
7. Основываясь на параметрах задач 1–5, оцените время удвоения численности в соответствии с моделью Мальтуса для тех же видов. Сравните полученные значения и попытайтесь их объяснить.
8. По известным оценкам врождённой скорости роста ( $r$ ) ряда видов животных (рисовый долгоносик — 40 в год, малый хрущак — 37, человеческая вошь — 41, серая крыса — 5,4, притворяшка-вор — 5,1, тёмная полёвка — 4,8, собака — 3,3,

семнадцатилетняя цикада — 0,37, человек — 0,01) рассчитайте (по модели Мальтуса) среднее время удвоения численности популяции. Проанализируйте оценки  $r$  и полученные величины и выделите виды, принадлежащие к типичным  $K$ -стратегам, типичным  $r$ -стратегам и переходные. Сопоставьте свои оценки с описанными в доступной литературе и Интернете особенностями образа жизни этих животных.

9. Оцените генетически эффективный размер популяции (эффективную численность) для следующих случаев:

50 самцов и 50 самок;

10 самцов и 990 самок;

10 самцов и 90 самок.

О чем свидетельствуют полученные результаты?

10. Для известной эффективной численности (100 особей) оцените численность минимально жизнеспособной популяции при следующих соотношениях самцов и самок: 1:1, 2:1, 1:4, 1:10, 99:1. О чем свидетельствуют ваши вычисления?

11. Оцените эффективную численность для следующих случаев:

Поколение (число особей)

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Вариант 1	100	1000	10	1000	100
Вариант 2	100	200	100	200	100
Вариант 3	1000	1000	10	1000	1000

12. Эксперимент проводился на трёх рядом расположенных газонах: 1 — узком участке, примыкающем к проезжей части улицы, 2 — более широком газоне между велосипедной дорожкой и тротуаром, 3 — луговым газоне, расположенном дальше от улицы.

На каждом участке на 1, 3, 5, 8 и 10-е сутки подсчитывалось число взрослых особей саранчового — изменчивого конька, обитавших на них до начала эксперимента. Кроме того, в начале эксперимента на каждом участке были выпущены меченые особи того же вида, отловленные в других местах; на 1-м участке — с жёлтой меткой (всего 74), на 2-м — с красной (91), на 3-м — с белой (90).

Распределение немеченых особей менялось так:

	Участок 1	Участок 2	Участок 3
1-е сутки	0	20	40
3-и сутки	0	16	35
5-е сутки	0	12	37
8-е сутки	0	12	26
10-е сутки	0	13	37

Предложите гипотезы, объясняющие различия в числе особей конька на изученных участках, и варьирование числа особей на участках 2 и 3.

Распределение выпущенных особей менялось так:

1-е сутки	2Ж	9К/9Ж	9Б
3-и сутки	1Ж	3к/3Ж	5Б
5-е сутки	0	3К/8Ж	0
8-е сутки	0	1К/1Ж	1Б
10-е сутки	0	1К/3Ж/1Б	3Б

(буква соответствует цвету метки)

Рассчитайте доли найденных меченых особей каждой группы как на каждом участке, так и для группы в целом. Попытайтесь объяснить заметные потери меченых особей.

Определите долю особей, мигрировавших на соседние участки. Предложите гипотезу, объясняющую разный характер перемещений особей между соседними участками.

13. Эксперимент проводился на горном лугу. На участке были размечены 100 постоянных площадок по 1 квадратному

метру каждая. 50 площадок размещались по направлению верх–низ, 50 — вдоль перпендикулярной линии.

Исследовали распределение саранчового – темнокрылой кобылки. По оценке исследователей, на лугу обитало около 4 тысяч взрослых особей данного вида. 200 особей были отловлены за пределами площадок, помечены и затем выпущены в месте пересечения линий, вдоль которых располагались площадки.

Число площадок, на которых наблюдалось разное число немеченых (Н) и меченых (М) особей (от 0 до 10)

Число особей на площадке	1 сутки		2-е сутки		5-е сутки		7-е сутки	
	Н	М	Н	М	Н	М	Н	М
0	6	72	0	71	9	77	0	85
1	7	19	8	18	3	15	4	14
2	6	5	9	8	6	7	8	1
3	9	3	30	2	23	1	27	0
4	16	1	20	1	31	0	20	0
5	22	0	24	0	16	0	17	0
6	13	0	3	0	14	0	11	0
7	14	0	4	0	3	0	10	0
8	4	0	2	0	1	0	3	0
9	2	0	0	0	3	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0

Рассчитайте суммарное среднее число немеченых особей темнокрылой кобылки на 1 квадратный метр и, зная суммарное число особей вида на всем лугу (4000), оцените его площадь.

Для дальнейших расчетов используйте индекс Мориситы, позволяющий определить степень агрегированности особей в популяции:

$$IM = \frac{M \sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}, \text{ где}$$

$M$  — суммарное число площадок,  $N$  — суммарное число особей на всех площадках,  $n_i$  — число особей на  $i$ -ой площадке.

Определите, как меняются значения индекса для немеченых и меченых особей кобылки. Что показывают эти изменения?

14. На нескольких лесных полянах отлавливали цветочных глазков — дневных бабочек из группы чернушек. На первом этапе на каждой поляне было поймано по 25 бабочек, каждая из них метилась маркером, затем меченые особи выпускались на том же участке. На втором этапе через три дня на тех же полянах проводился повторный отлов бабочек, в том числе меченых.

Поляна	1	2	3
Число меченых и выпущенных бабочек	25	25	25
Число бабочек, пойманных через три дня			
Всего	27	25	27
Из них меченых	7	5	3
Площадь поляны, кв. м	1350	2500	11100

Вычислите суммарное число особей цветочного глазка на каждой поляне, исходя из предположения, что на меченой особи ничто не влияет и популяция на каждой поляне изолирована. Определите, какие факторы могут повлиять на судьбу меченых особей и как в результате могут измениться оценки числа особей в популяции.

## 2.2. Анализ поло-возрастных пирамид

1. Дан набор поло-возрастных пирамид для разных стран. Проанализируйте каждую из них:

- а) рассчитайте (округленно), сколько людей относится к шести основным группам:
- женщины репродуктивного возраста (0-15 лет),
  - мужчины репродуктивного возраста (0-15 лет),

- женщины от 15 до 65 лет,
- мужчины от 15 до 65 лет,
- женщины старше 65 лет,
- мужчины старше 65 лет.

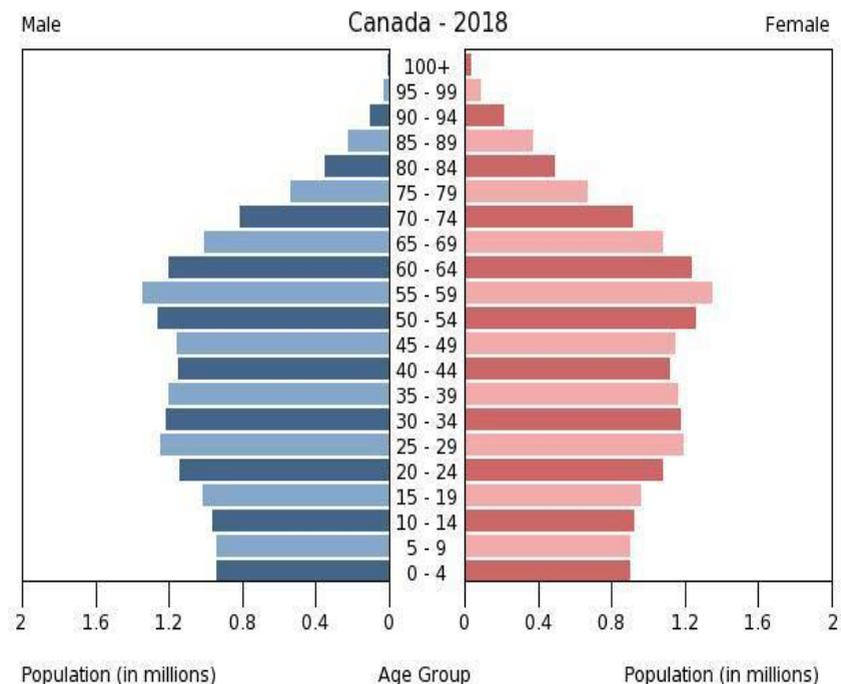
б) охарактеризуйте различия между этими группами (как по возрасту, так и по полу)

в) определите тип пирамиды

г) охарактеризуйте отличия (если они есть) пирамиды от правильной формы и, используя данные по истории страны, попытайтесь объяснить причины этих отличий

д) оцените, как изменится пирамида через 25 лет, если рождаемость и смертность не будут резко меняться.

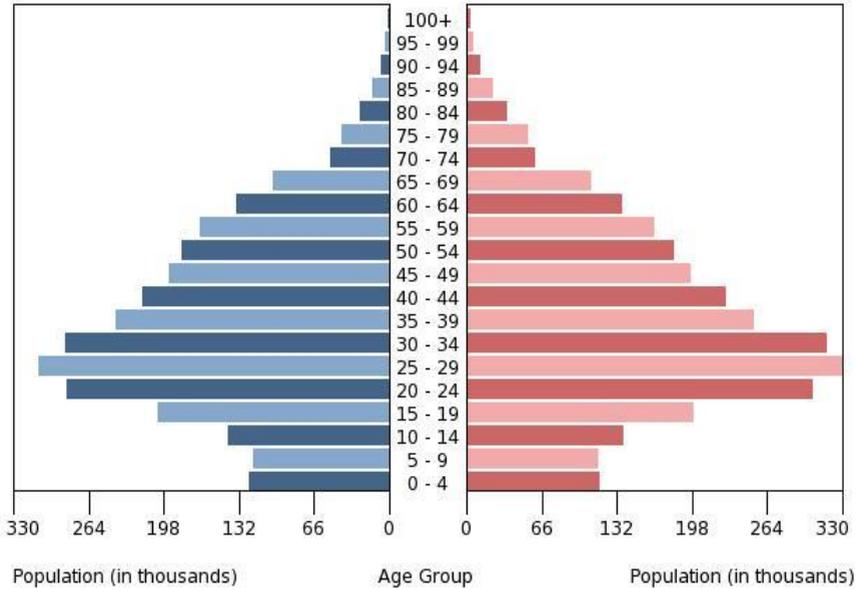
[Исходные графики — US Census Bureau]



Male

### Singapore - 2016

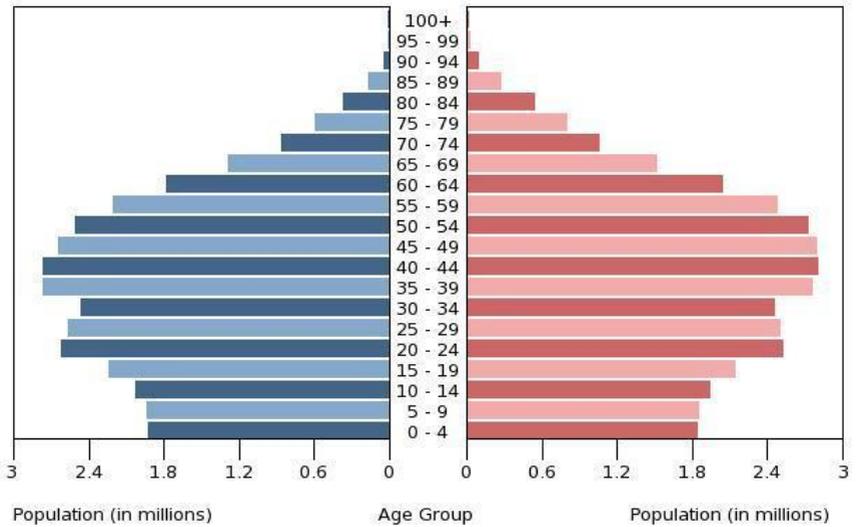
Female



Male

### Thailand - 2018

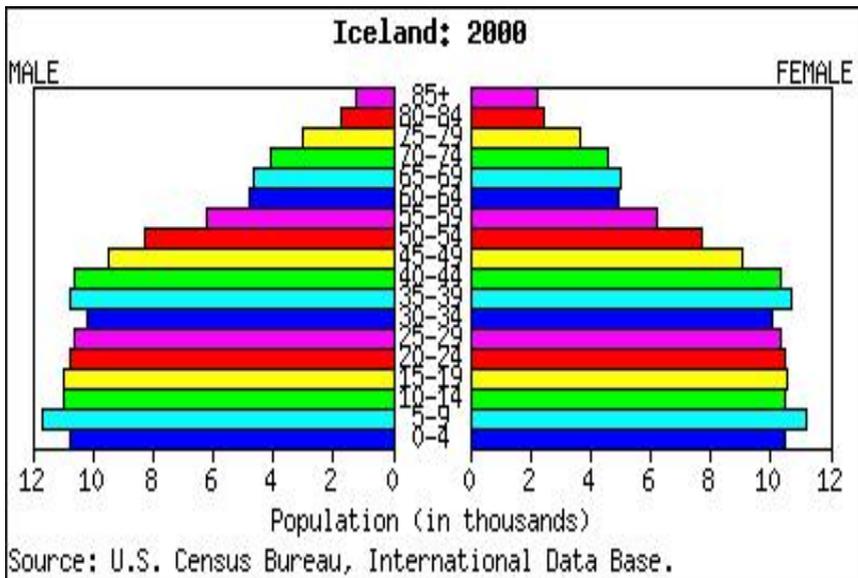
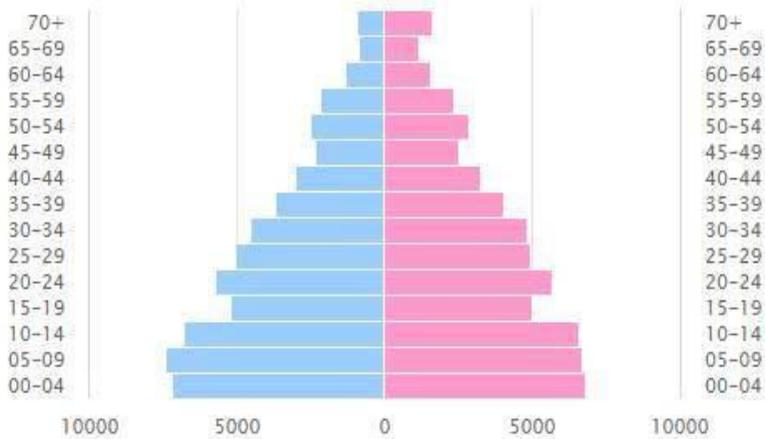
Female

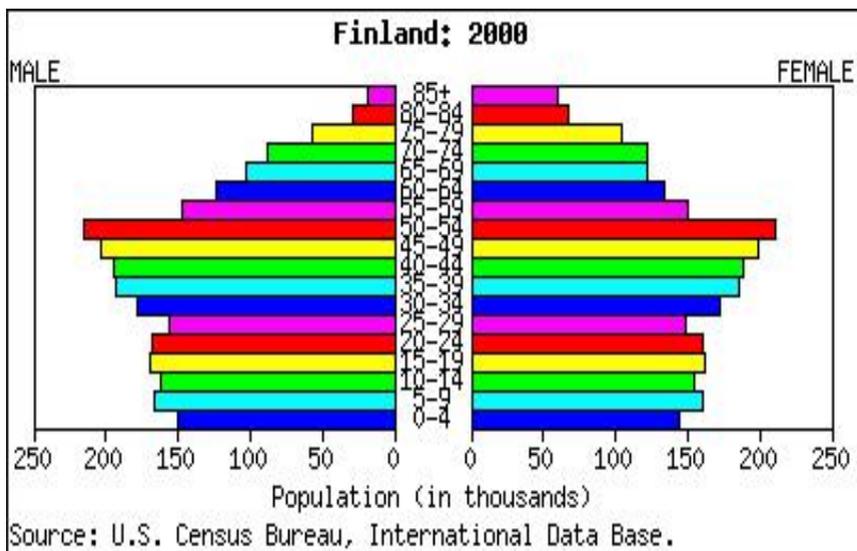
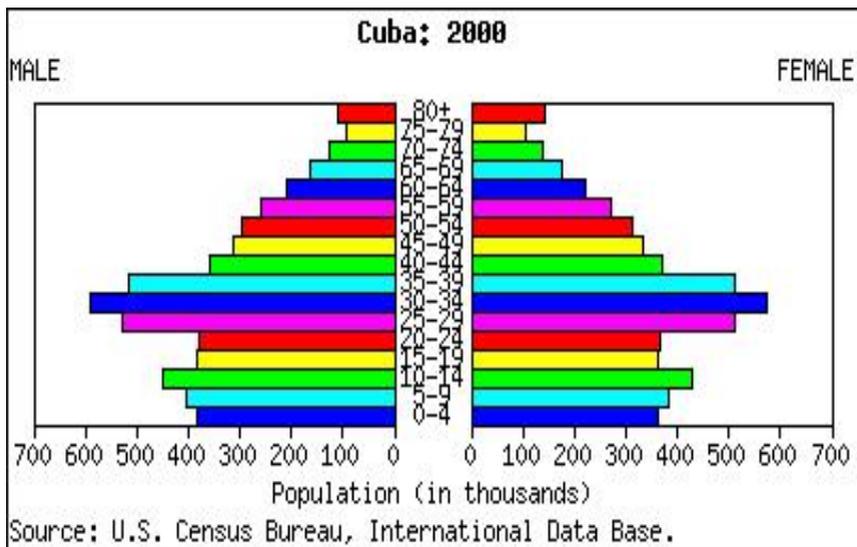


# POPULATION PYRAMID

2020 ▾ ▶

Kiribati





2. Дан набор поло-возрастных пирамид для Монако (в том числе одна прогнозная).

Проанализируйте каждую из них:

а) рассчитайте (округленно), сколько людей относится к шести основным группам:

- женщины репродуктивного возраста (0-15 лет),
- мужчины репродуктивного возраста (0-15 лет),
- женщины от 15 до 65 лет,
- мужчины от 15 до 65 лет,
- женщины старше 65 лет,
- мужчины старше 65 лет.

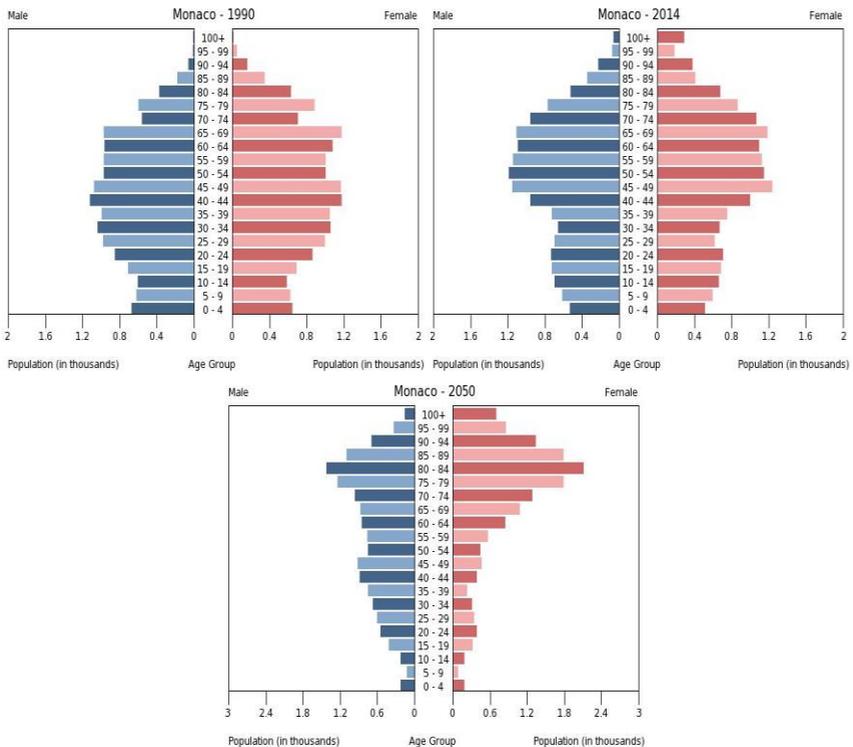
б) охарактеризуйте различия между этими группами (как по возрасту, так и по полу)

в) определите тип пирамиды для каждого периода

г) охарактеризуйте отличия (если они есть) пирамиды от правильной формы и, используя данные по истории страны, попытайтесь объяснить причины этих отличий.

д) выглядит ли прогноз обоснованным?

[Исходные графики — US Census Bureau]



3. Дан набор поло-возрастных пирамид для Тюменской области в целом и по ее регионам.

Проанализируйте каждую из них:

а) рассчитайте (округленно), сколько людей относится к шести основным группам:

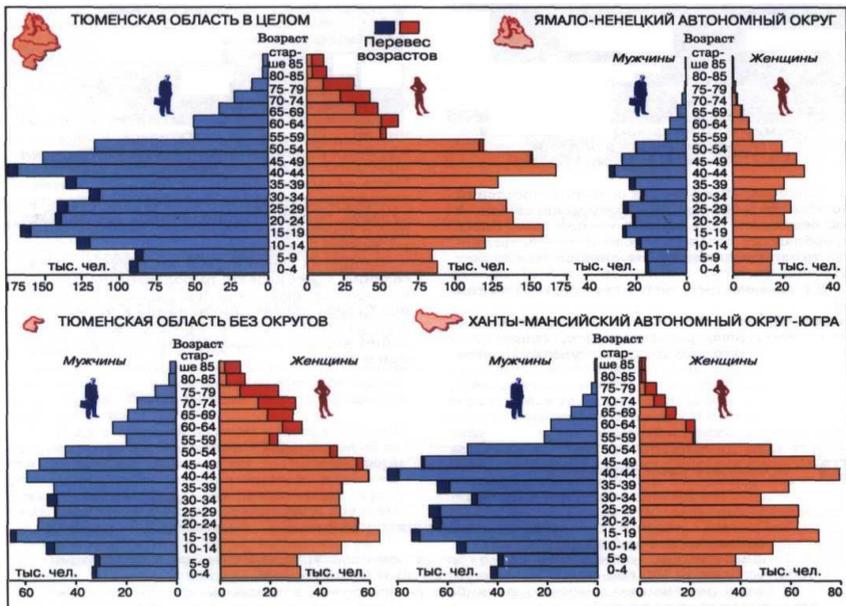
- женщины предрепродуктивного возраста (0-15 лет),
- мужчины предрепродуктивного возраста (0-15 лет),
- женщины от 15 до 65 лет,
- мужчины от 15 до 65 лет,
- женщины старше 65 лет,
- мужчины старше 65 лет.

б) охарактеризуйте различия между этими группами (как по возрасту, так и по полу)

в) определите тип пирамиды для каждого региона (в том числе для области в целом)

г) охарактеризуйте отличия (если они есть) пирамиды от правильной формы и, используя данные по истории страны, попытайтесь объяснить причины этих отличий.

[<https://studfile.net/preview/3561912/page:16/>]



### 2.3. Анализ демографических таблиц

Проанализируйте представленные когортные демографические таблицы:

- Рассчитайте ожидаемые продолжительности жизни для всех приведенных возрастных когорт каждого вида
- Рассчитайте для каждой популяции чистую скорость размножения ( $R_0$ ), среднее время генерации ( $T_c$ ) и оцените врожденную скорость роста (мальтузианский параметр) ( $r$ )
- Охарактеризуйте динамику данной популяции в целом и
- Предложите гипотезы, объясняющие изменения (или отсутствие таковых) приведенных в таблицах показателей, в том числе ожидаемой продолжительности жизни
- Сравните результаты для трех видов, объясните возможные различия.

[По разным источникам, из А.М. Гилярова]

Демографическая таблица популяции ящерицы заборной игуаны

Возрастные когорты, год	Рождаемость, $m$ в год	Смертность, $q$ в год	Выживаемость, $s$ в год	Доля особей, доживающих до возраста $x$ , $l$	Ожидаемая продолжительность жизни, $E$ , годы
0–1	0.0	0.770	0.230	1.000	
1–2	0.0	0.378	0.622	0.230	
2–3	2.9	0.469	0.531	0.143	
3–4	3.9	0.553	0.447	0.076	
4–5	4.4	0.618	0.382	0.034	
5–6	4.4	0.462	0.538	0.013	
6–7	4.4	0.571	0.429	0.007	
7–8	4.4	0.333	0.667	0.003	
8–9	4.4	0.500	0.500	0.002	
9–10	4.4	1.000	0.000	0.001	

## Демографическая таблица популяции тихоокеанской сардины

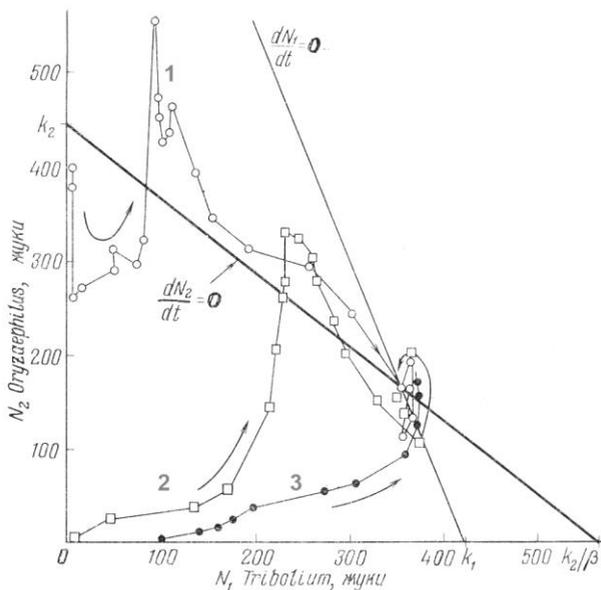
Возрастные когорты, год	Рождаемость, $m$ в год	Смертность, $q$ в год	Выживаемость, $s$ в год	Доля особей, доживающих до возраста $x$ , $l$ на $10^{-7}$	Ожидаемая продолжительность жизни, $E$ , годы
2-3	3.654	0.330	0.670	140.8	
3-4	9.669	0.329	0.671	94.4	
4-5	11.941	0.330	0.670	63.3	
5-6	13.359	0.330	0.670	42.4	
6-7	14.382	0.327	0.673	28.4	
7-8	15.164	0.330	0.670	19.1	
8-9	15.873	0.328	0.672	12.8	
9-10	16.107	0.337	0.663	8.6	
10-11	16.107	0.333	0.667	5.7	
11-12	16.107	0.316	0.684	3.8	
12-13	16.107	0.346	0.654	2.6	
13-14	16.107	1.000	0.000	1.7	

## Демографическая таблица популяции куропатки

Возрастные когорты, год	Рождаемость, $m$ в год	Смертность, $q$ в год	Выживаемость, $s$ в год	Доля особей, доживающих до возраста $x$ , $l$	Ожидаемая продолжительность жизни, $E$ , годы
0-1	0.0	0.85	0.15	1.000	
1-2	2.3	0.25	0.75	0.150	
2-3	2.3	0.28	0.72	0.112	
3-4	2.1	0.30	0.70	0.081	
4-5	1.6	0.32	0.68	0.057	
5-6	1.3	0.34	0.66	0.039	
6-7	1.2	0.35	0.65	0.026	
7-8	1.5	0.35	0.65	0.017	
8-9	1.4	0.35	0.65	0.011	
9-10	1.4	0.35	0.65	0.007	
10-11	1.0	0.35	0.65	0.005	
11-12	0.0	0.35	0.65	0.003	
12-13	0.0	0.50	0.50	0.002	
13-14	0.0	1.00	0.00	0.001	

## 2.4. Анализ межвидовых отношений

Для двух конкурирующих видов жуков-вредителей хлебных запасов в трех вариантах экспериментов рассчитайте [по разным источникам, из А.М. Гилярова]:



- Исходное число особей каждого вида ( $N$ ) в трех экспериментах
- ддерживающую емкость среды для каждого вида ( $k$ )
- Коэффициенты конкуренции
- Попытайтесь объяснить разные траектории изменений численности в трех экспериментах.

## 2.5. Сопоставление основных параметров экосистем

Однозначно распределите в таблице основные типы экосистем по уровням чистой первичной продукции и соотношению продукция/биомасса

- А. Тайга
- Б. Широколиственные леса умеренного пояса
- В. Березняк
- Г. Степь
- Д. Прерия
- Е. Пустыня
- Ж. Лес средиземноморского типа
- З. Саванна
- И. Экваториальный лес
- К. Планктонная океаническая
- Л. Шельфовая
- М. Коралловый риф
- Н. Эстуарий

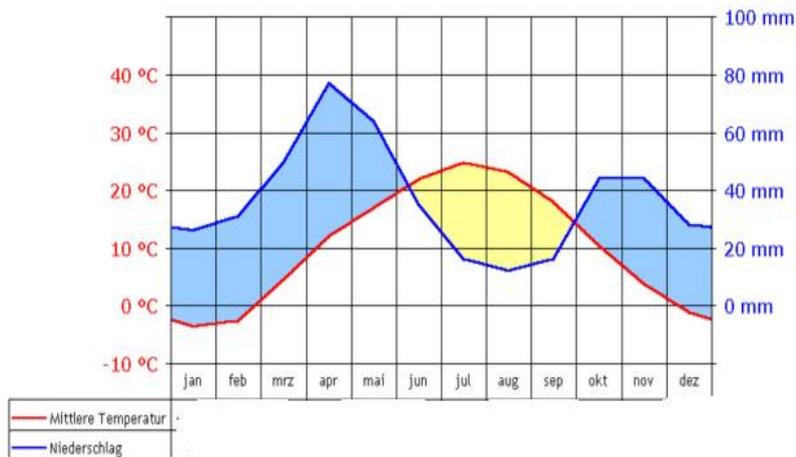
Уровень чистой первичной продукции	Продукция >> Биомассы	Продукция $\approx$ Биомассе	Продукция << Биомассы
Высокий			
Средний			
Низкий			

## 2.6. Анализ клима(диа)грамм

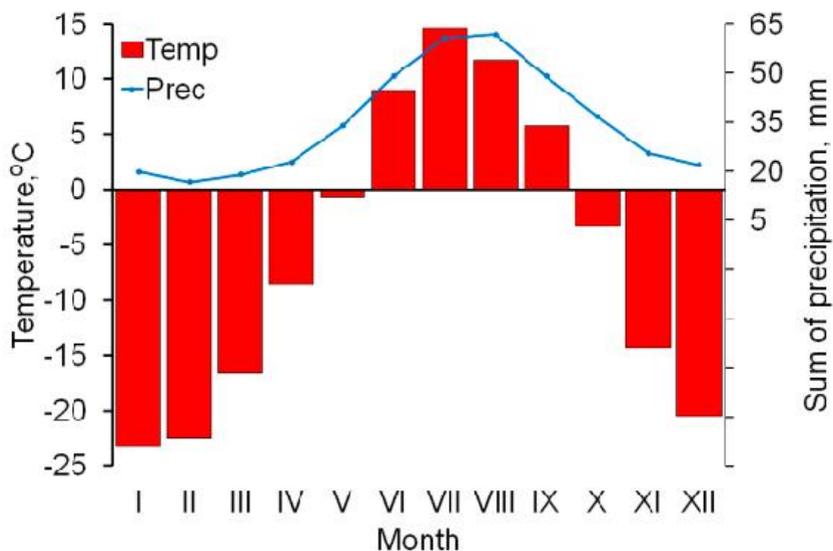
1. Проанализируйте приведенные климаграммы:

- Рассчитайте среднегодовую температуру воздуха
- Рассчитайте годовую сумму осадков
- Определите продолжительность сухого сезона (если таковой есть)
- Определите продолжительность зимнего сезона (если таковой есть)
- Определите тип климата (по Алисову и Кёппену)
- Какие естественные экосистемы господствуют в таких климатических условиях?
- Какие антропогенные экосистемы обычны в таких климатических условиях?
- Каковы условия для жизни человека в таких климатических условиях?

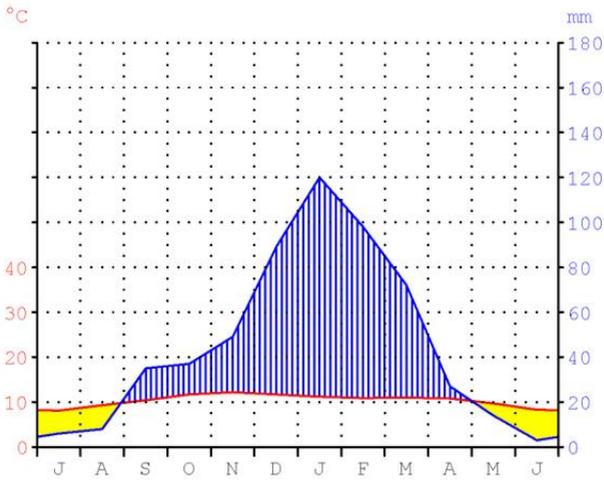
[климаграммы — по разным источникам]



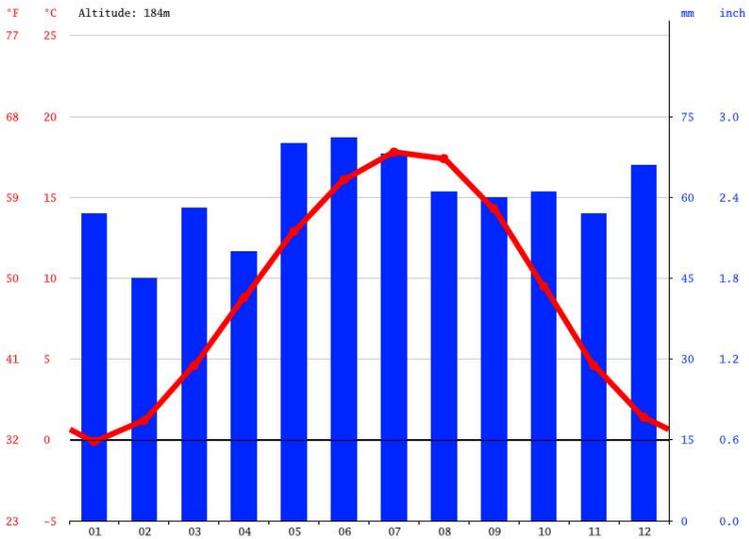
A



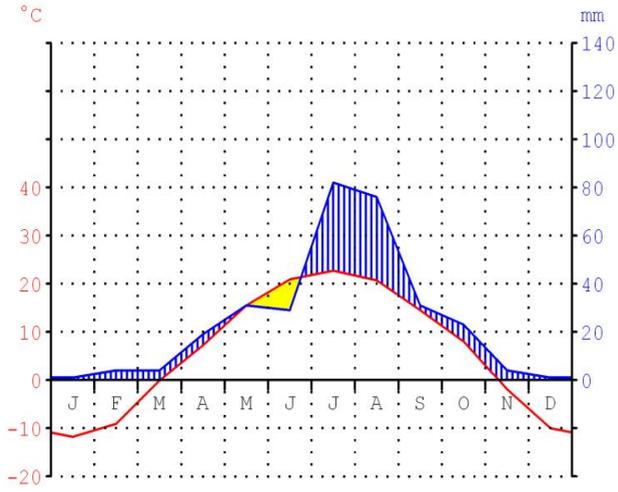
Б



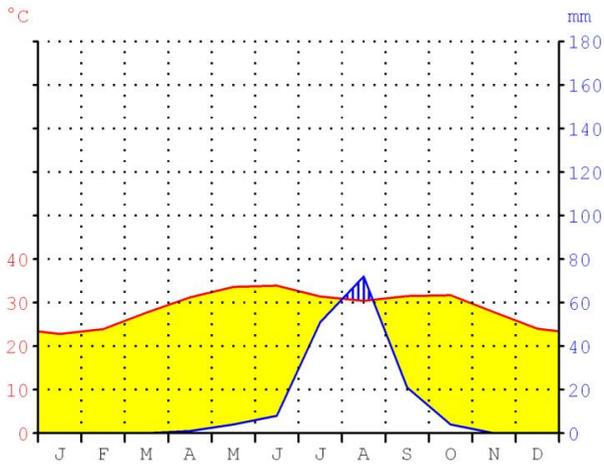
B



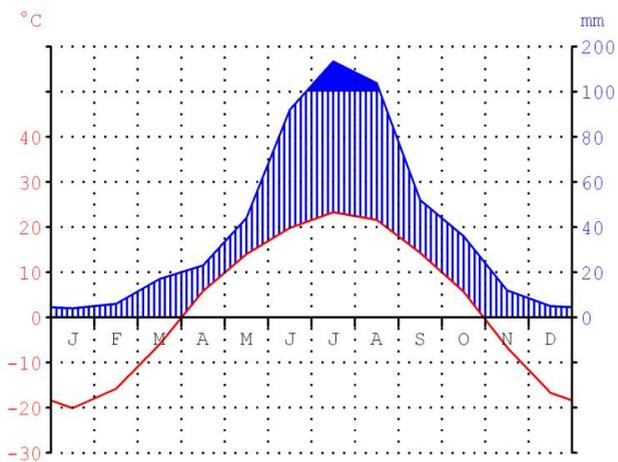
Γ



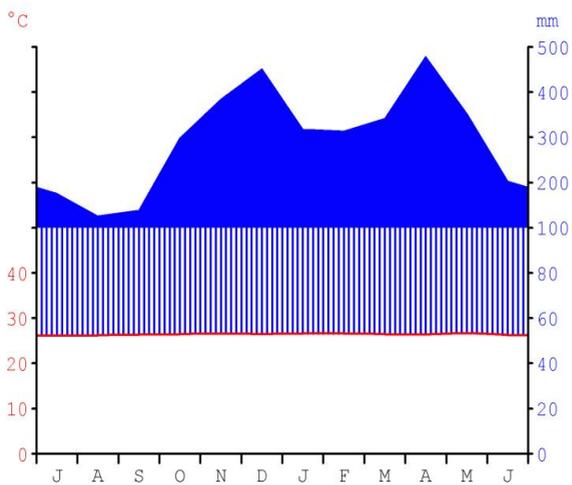
Д



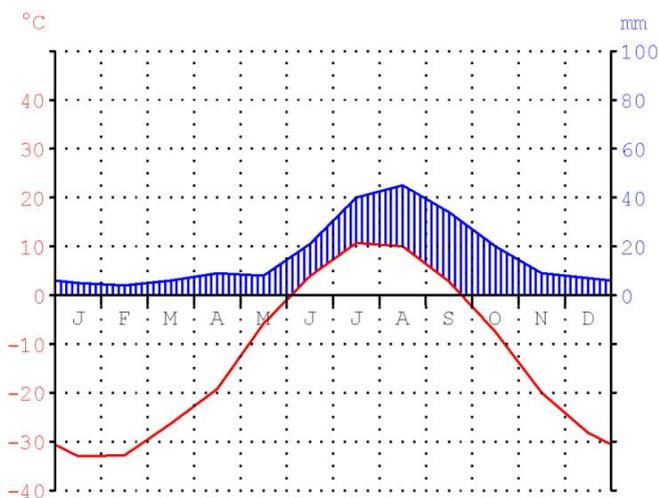
Е



Ж



3



И

2. Распределите проанализированные климаграммы (А–И) в градиентах поясности (от экватора к географическим полюсам) и континентальности (от океана к внутренним частям условного континента).

### ***2.7. Анализ распределения типов экосистем***

На картах показано распространение типов экосистем (биомов) или близких типов экосистем. Определите:

— Что это за биом(ы)?

— С каким типом (типами) климата связано распространение данного биома и какие климатические особенности являются определяющими для этого типа экосистем?

— Что для данного типа экосистем характерно (уровень NPP, биомассы, в том числе зоомассы, мортмассы, тип почв, зрелость, восстановительные сукцессии)?

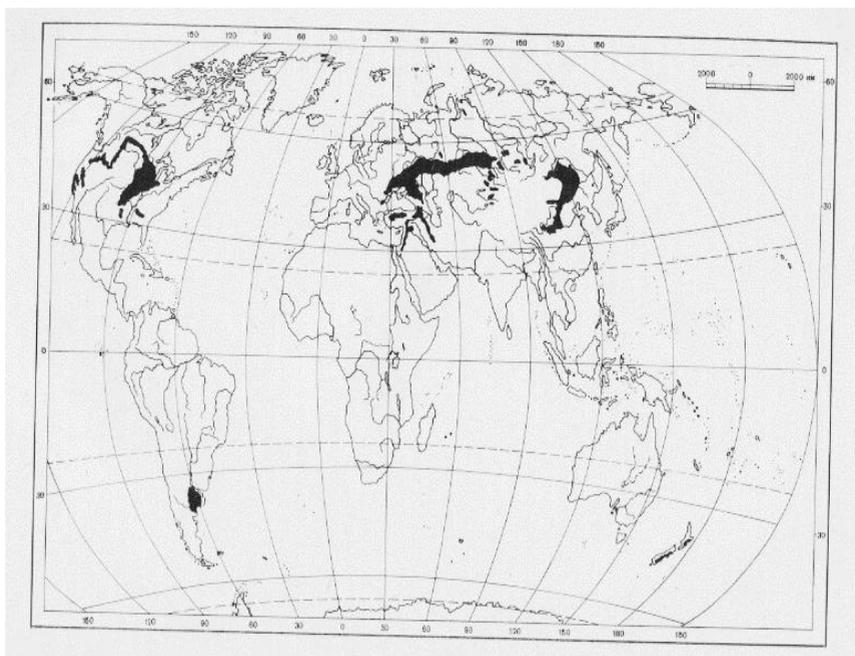
— Каковы характерные группы продуцентов, консументов, редуцентов?

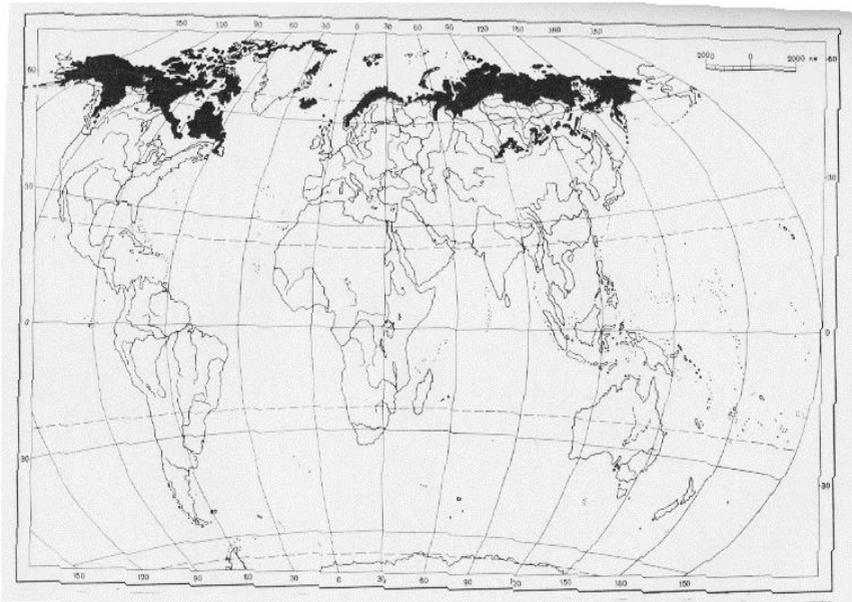
— Каков характер освоения данного биома людьми и какие антропогенные экосистемы наиболее обычны?

— Какие экологические проблемы типичны для данного типа экосистем?

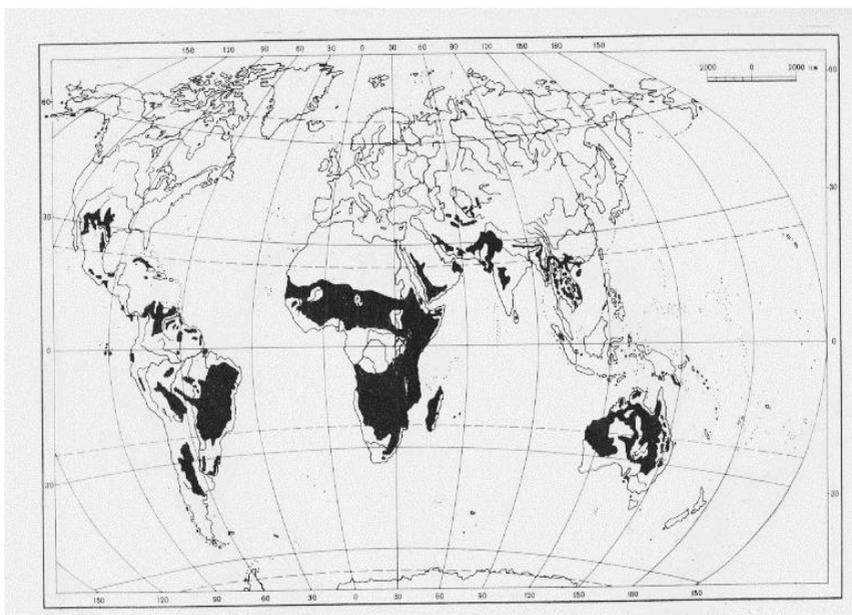
[карты — по Д.В. Панфилову]

А

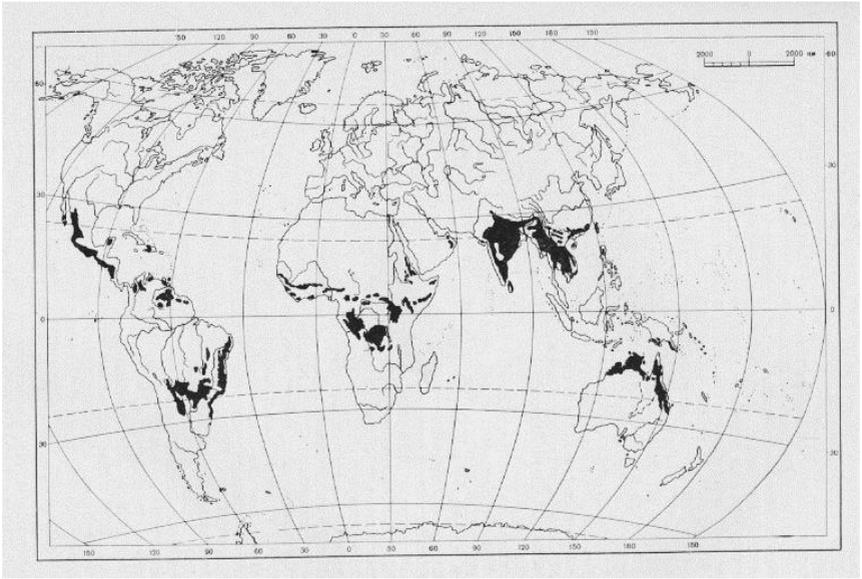




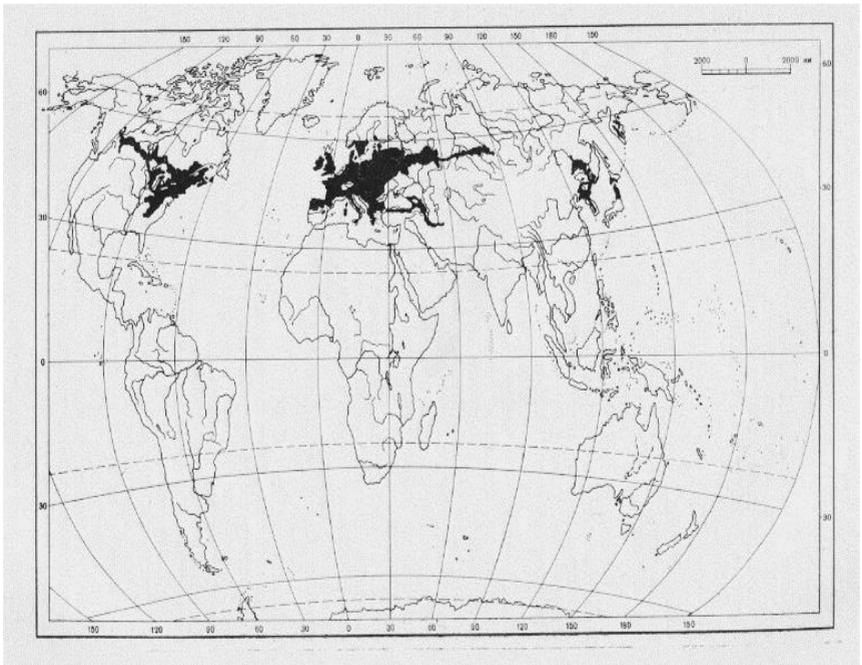
Б



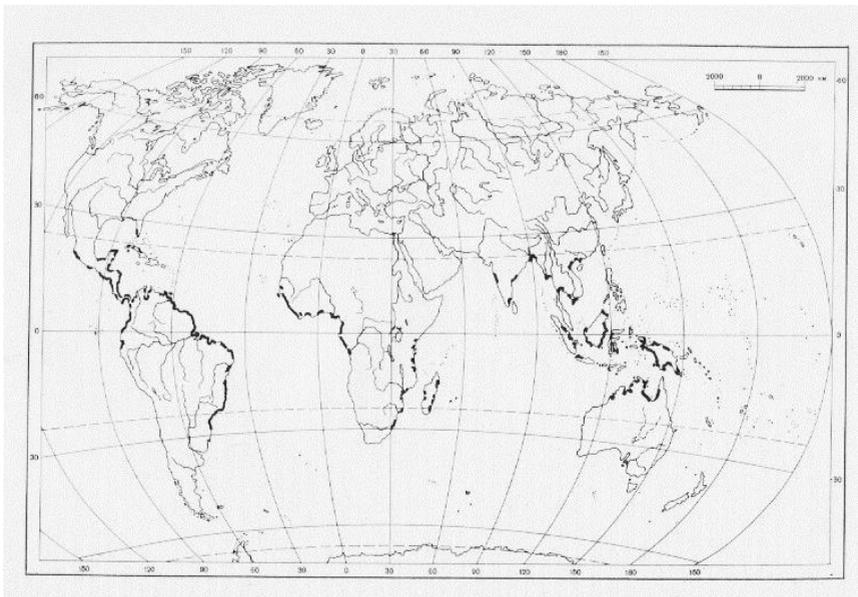
Б



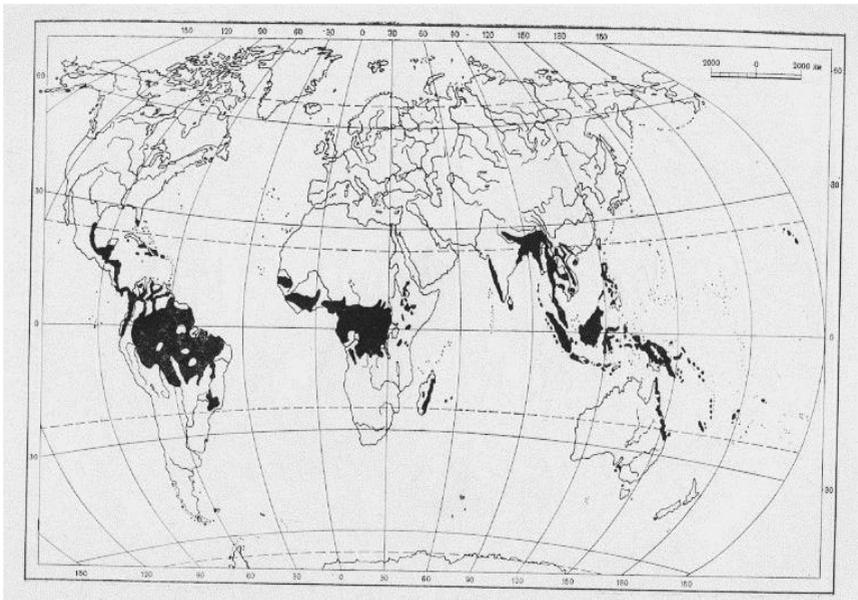
Г

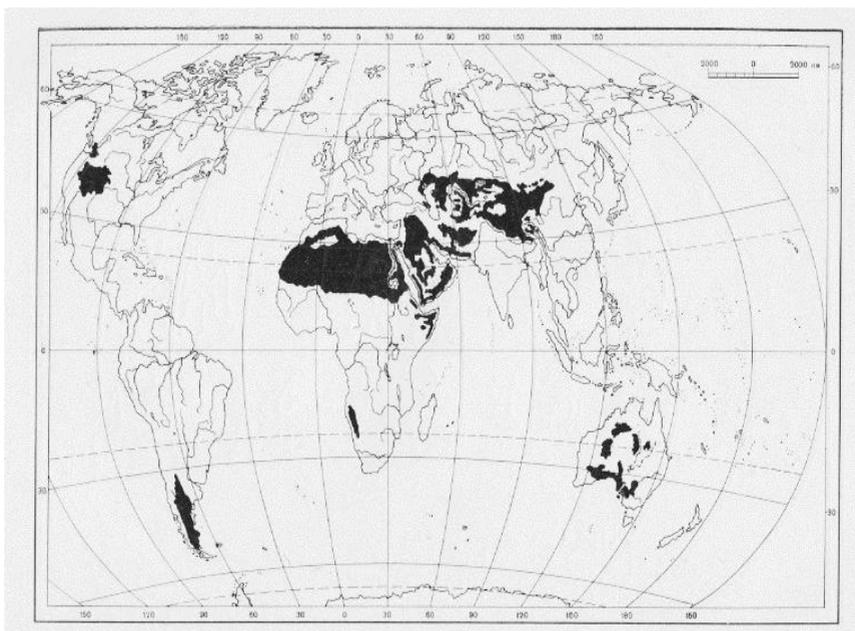


Д

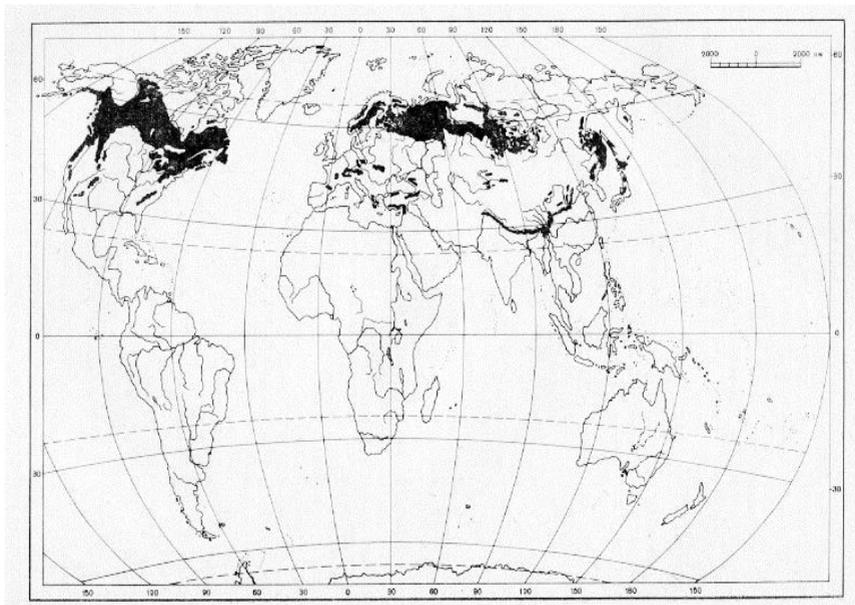


E





3



И



## Оценивалось содержание азота в р. Темза (Англия)

Месяц	Содержание азота в воде, x 1000 т	Испарение воды, мм/сут	Средняя сумма осадков, мм/сут
Январь	22	0,3	2,1
Февраль	26	0,4	1,5
Март	27	0,9	2,0
Апрель	18	1,9	1,5
Май	12	2,7	1,7
Июнь	9	3,3	1,9
Июль	7	3,4	1,5
Август	6	3,4	1,4
Сентябрь	7	2,3	1,7
Октябрь	8	1,2	1,9
Ноябрь	12	0,5	2,4
Декабрь	21	0,3	2,2

О чем говорят данные, приведенные в таблице?

3. В густо заселенных районах одна из основных проблем — загрязнение рек и озер химическими соединениями различного происхождения. Исследователи оценивали несколько параметров, в том числе связанных с возможным загрязнением, в одной из рек Англии. Станции 2 и 3 располагались в верхнем течении двух рек, а станция 4 ниже, после слияния этих рек. Примерно на таком же уровне, но на другой реке находилась станция 1. Ниже станций 1 и 4 реки сливались в р. Мерси, а станция 5 располагалась в нижнем течении этой реки.

Показатель	Станция				
	1	2	3	4	5
Расход воды	4,6	3,2	2,5	5,5	13,9
Взвешенные частицы	34	17	26	19	47
Электропроводность, мкСм/см	617	347	415	395	544
Кислород, % от насыщающей в данных условиях концентрации	84	91	94	87	75
Биологическое потребление кислорода, мг/л	9,2	4,0	4,3	5,1	7,3
Общая щелочность, ммоль/л	91	47	73	65	93

Cl, мг/л	66	38	36	39	58
N в NH <sub>3</sub> , мг/л	1,9	0,5	0,9	0,8	2,2
N в NO <sub>2</sub> , мг/л	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
N в NO <sub>3</sub> , мг/л	4,2	2,5	2,1	2,8	3,5
P в PO <sub>4</sub> , мг/л	1,2	0,3	0,3	0,5	0,9

На каких станциях загрязнение максимально и на каких — минимально... Чем это может определяться? Как можно оценить общее качество воды, в том числе ее пригодность в качестве питьевой?

## 2.9. Оценка биологического разнообразия

1. Полевые исследования населения (сообществ) прямокрылых насекомых (кузнечиков и саранчовых) остепненных лугов юго-востока Западно-Сибирской равнины дали результаты, приведенные в таблице. Приведены данные по обилию видов на стандартную единицу учета.

Рассчитайте для каждого изученного сообщества:

- число выявленных видов ( $S$ )
- суммарное число особей ( $N$ )
- индекс Шеннона (для основания  $e$ )
- выравненность
- индекс Симпсона
- индекс Маргалефа ( $I = (S - 1) \ln N$ )

Затем оцените сходство и различия изученных сообществ с использованием качественных (индекс Жаккара) и количественных показателей (индекс Брея–Кертиса и эвклидово расстояние) и разных методов кластеризации. Проведите ординацию данного набора сообществ с помощью метода главных компонент (РСА). Для расчетов можно пользоваться свободно распространяемым пакетом PAST [<https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past>]

О чем говорят эти показатели? Что показывает сходство/различие? Почему разные методы оценки сходства/различий и разные методы кластеризации приводят к различным результатам? От чего это может зависеть? Есть ли возможность каких-то статистических оценок кластеризации (в частности в данном пакете)? Что показывает ординация?

Вид	А	Б	В	Г	Д
<i>Phaneroptera falcata</i>	0	2,4	0	0	0
<i>Poecilimon intermedius</i>	4	0	0	0	0
<i>Decticus verrucivorus</i>	4	0	0	0	0
<i>Montana evermanni</i>	4	0	0	0	0
<i>Bicolorana bicolor</i>	20	0	+	+	0
<i>Conocephalus fuscus</i>	0	7,2	0	0	0
<i>Tetrix tenuicornis</i>	12	0	0	+	0
<i>Euthystira brachyptera</i>	0	+	0	+	0
<i>Arcyptera microptera</i>	4	0	0	0	0
<i>Doclostaurus brevicollis</i>	16	0	0	0	0
<i>Omocestus haemorrhoidalis</i>	24	0	10	24	0
<i>Gomphocerippus rufus</i>	0	7,2	0	0	0
<i>Glyptobothrus biguttulus</i>	12	48	150	372	16
<i>Glyptobothrus mollis</i>	0	0	0	0	72
<i>Chorthippus apricarius</i>	12	0	30	24	8
<i>Chorthippus fallax</i>	0	0	40	48	12
<i>Chorthippus parallelus</i>	12	2,4	0	0	0
<i>Chorthippus dorsatus</i>	4	40,8	+	0	0
<i>Chorthippus albomarginatus</i>	136	0	+	+	164
<i>Epracromius pulverulentus</i>	0	+	0	0	0
<i>Psophus stridulus</i>	0	0	0	6	0
Число видов					
Суммарное обилие					
Индекс Шеннона					
Выравненность					
Индекс Симпсона					
Индекс Маргалефа					

## 2.10. Оценка антропогенного воздействия на экосистемы

1. В приатлантических районах Европы обширные территории занимают так называемые вересковые пустоши — своеобразные экосистемы, появившиеся, судя по всему, много веков назад в результате трансформации когда-то распространенных здесь лесов. В подобных экосистемах основной доминант — низкорослые верески, а также некоторые папоротники и злаки. Чистая первичная продукция таких экосистем мала. Устойчивость вересковых пустошей во многом определяется постоянным выпасом овец. Вместе с тем перевыпас может привести к деградации экосистемы, в том числе разрушению характерного для нее растительного покрова и эрозии почв.

В ходе эксперимента сравнивались два участка, на которых в 1980 г. был посеян вереск. Впервые растения зацвели и дали плоды в 1983 г. Один участок был огорожен и выпаса на нем не было, на другом пасли овец.

	Время учета	Без выпаса	Выпас
1. Число проростков вереска / м <sup>2</sup>	Сентябрь 1980	110	132
	Апрель 1981	95	73
2. Общее число растений вереска / на 36 м <sup>2</sup>	Август 1981	3648	1505
	Август 1982	3417	1384
3. Средняя высота растений, мм	Сентябрь 1980	8,4	7,2
	Апрель 1981	79,9	45,6
4. Сухая масса 20 растений, г	Апрель 1981	9,4	2,5
5. Доля поверхности, занятой вереском, %	Август 1982	26,7	6,2
	Август 1983	42,5	21,5
6. Число цветоносов вереска / 0,1 м <sup>2</sup>	Октябрь 1983	263	50
7. Число коробочек на цветонос	Ноябрь 1983	36,7	25,8

Как менялась растительность на каждом участке? О чем это говорит? Как интенсивный выпас влияет на динамику растительного покрова и состояние вереска?

2. Много веков назад на Британские острова были завезены кролики, многие популяции которых процветают и сейчас. Особенно обычны эти млекопитающие на сухих лугах юга Англии. Естественно, будучи консументами 1-го порядка, кролики влияют на растительный покров таких лугов.

В эксперименте сравнивались огороженные и неогороженные (то есть доступные для кроликов) участки после культивации. Часть результатов исследования представлена в двух таблицах.

Средняя плотность проростков разных видов растений на сравниваемых участках (средняя плотность на 0,25 м<sup>2</sup> для площадок, где вид был найден)

Вид	Степени свободы	Средние для участков		se разности средних
		огороженных	открытых	
<i>Aira praecox</i>	1	5,3	6,2	1,88
<i>Aphanes microcarpa</i>	1	3,9	0,4	0,47
<i>Bromus hordeaceus</i>	0	128,0	15,2	6,81
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3	10,9	2,2	1,07
<i>Cerastium fontanum</i>	3	3,1	2,9	0,44
<i>Cerastium glomeratum</i>	0	0,6	0,7	0,35
<i>Crepis capillaris</i>	3	10,6	5,8	2,25
<i>Cytisus otoparius</i>	0	35,0	5,1	4,92
<i>Epilobium ciliatum</i>	1	0,7	0,8	0,57
<i>Fallopia convolvulus</i>	0	0,4	0,6	0,57
<i>Galium aparine</i>	3	9,6	2,3	3,11
<i>Lotus corniculatus</i>	5	0,6	0,5	0,42
<i>Medicago lupulina</i>	4	2,3	2,7	0,49
<i>Ornithopus perpusillus</i>	1	1,8	1,2	0,64
<i>Papaver dubium</i>	1	15,8	3,8	4,22
<i>Poa annua</i>	1	0,5	0,6	0,52
<i>Senecio sylvaticus</i>	2	6,8	1,3	3,24
<i>Silene latifolia alba</i>	1	1,6	0,9	0,87
<i>Spergularia arvensis</i>	2	0,7	1Д	0,38
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	4	2,9	2,3	1,13
<i>Veronica persica</i>	1	1,9	2,2	0,67

<i>Vicia hirsuta</i>	1	4,1	0,2	1,91
<i>Vicia sativa</i>	4	11,9	3,9	3,53
Общее число		259,0	62,9	

Средняя плотность развитых особей разных видов растений на сравниваемых участках (средняя плотность на 0,25 м<sup>2</sup> для площадок, где вид был найден)

Вид	Степени свободы	Средние для участков		se разности средних
		огороженных	Неогороженных	
<i>Achillea millefolium</i>	4	2,2	3,2	1,27
<i>Agrostis capillaris</i>	4	12,8	23,1	7,13
<i>Anthoxanthemum odoratum</i>	3	55,2	75,8	13,38
<i>Arrhenathum elatius</i>	1	6,0	4,5	0,94
<i>Holcus lanatus</i>	3	12,9	7,2	2,59
<i>Holcus mollis</i>	5	47,3	27,3	12,72
<i>Luzula campestris</i>	2	7,3	11,9	5,66
<i>Plantago lanceolata</i>	3	7,9	10,2	3,11
<i>Rumex acetosa</i>	3	8,0	3,5	2,64
<i>Rumex acetosella</i>	5	41,4	64,1	12,02
<i>Senecio jacobaea</i>	2	5,7	7,5	2,81
<i>Stellaria graminea</i>	5	84,5	58,2	11,31
<i>Trifolium repens</i>	4	5,2	3,3	0,98
<i>Veronica chamaedrys</i>	3	2,0	2,4	0,39
Общее число		298,4	302,2	

Определите какие виды растений начинают активно развиваться на огороженных и неогороженных участках? Какие виды представлены только проростками? Какие виды доминируют в растительном покрове исследуемых участков? Какие являются редкими? Как деятельность кроликов влияет на состояние растительного покрова?

3. Современные агроэкосистемы занимают огромные площади. Многие культуры являются традиционными, однако менялись как сорта растений, так и технологии. В таблице представлены оценки урожайности и части затрат на выращивание кукурузы в 1910, 1950 и 1980 г.

#### Энергозатраты на поле кукурузы в США [Carroll, 1990]

	1910	1950	1980
Трудозатраты, ч/га	120	44	12
Энергозатраты, Дж/ кв м	545	1301	4348
Урожай, кг/га	1880	2383	6500
Эффективность	1.44	0.77	0.63

Оцените изменения исследуемых параметров. С чем такие изменения могут быть связаны? Чем определяются такие различия в урожайности и эффективности производства?

4. Пшеница — одна из самых распространенных сельскохозяйственных культур. Хорошо известно, что ее урожайность зависит не только от свойств выращиваемых сортов, но и от использованных технологических решений.

В эксперименте оценивалось влияние на урожайность нормы высева (то есть количества семян на единицу площади). Все данные, кроме урожайности, получены в середине июля, а урожайность подсчитана в середине августа.

Характеристики пшеницы и суммарная урожайность (Северная Ирландия)

	Норма высева / м <sup>2</sup>						
	50	100	200	400	800	1600	se
Выход соломы, кг/га	4290	4434	4412	3849	3213	3292	242
Число растений / м <sup>2</sup>	41,7	80,6	151,2	260,2	391,5	640,4	10,6
Число стеблей / м <sup>2</sup>	317	375	449	505	568	858	20,6
Число колосьев / м <sup>2</sup>	253	326	389	481	635	855	16,7

Масса зерновки / мг	53,5	54,0	52,8	47,8	44,7	42,7	0,92
Число зерен в колосе	55,9	53,1	47,9	33,3	23,1	15,3	1,57
Высота растений, см	84,5	86,5	88,9	89,3	86,9	84,8	0,66
Урожайность, т/га	9,51	9,65	7,81	5,63	4,19	2,79	

Оцените влияние нормы высева на развитие пшеницы и урожайность. По числу зерен, массе зерновки и плотности колосьев рассчитайте прогнозную урожайность для середины июля для каждого варианта нормы высева. Сравните прогнозные и реальные значения. Почему они могут различаться?

5. Одна из основных проблем сельскохозяйственного производства — потенциальные вредители. Обычно для снижения их численности и, соответственно, возможного ущерба используют химические препараты. Вместе с тем понятно, что такие препараты воздействуют не только на самих вредителей, но и на другие группы живых существ. Поэтому одна из основных задач — минимизация использования химических препаратов, в том числе за счет использования специфических соединений (например, воздействующих только на определенную группу организмов), снижения дозировок и совершенствование технологий распределения препаратов.

В эксперименте с одним из препаратов, действующее вещество которого блокирует нервную систему насекомых, оценивали его влияние на популяцию одного из видов саранчи. Препарат распыляли на поле, на котором располагались группы личинок саранчи. Оценивали плотность личинок на один квадратный метр за сутки до обработки (D-1), через сутки после обработки (D+1) и так далее. В те же дни, а также в день обработки, плотность личинок также считали на степном участке, который служил контролем.

Время обследования								
	20.06	20.06	21.06	22.06	23.06	25.06	27.06	05.07
	Д-1	Д-0	Д+1	Д+2	Д+3	Д+5	Д+7	Д+15
Край	430,4	-	419,2	228,5	131,2	0,64	2,88	6,4
Центр	10,88	-	3,84	0,32	0,32	0	0	0,8
Контроль	24,96	24,96	15,36	11,84	14,4	11,64	25,92	31,36

Как можно оценить эффективность обработки? Как проявляется эффект обработки на краю и в центре поля? Каковы возможные негативные результаты обработки?

6. Одна из основных проблем сельскохозяйственного производства — потенциальные вредители. Обычно для снижения их численности и, соответственно, возможного ущерба используют химические препараты. Вместе с тем понятно, что такие препараты воздействуют не только на самих вредителей, но и на другие группы живых существ. Поэтому одна из основных задач — минимизация использования химических препаратов, в том числе за счет использования специфических соединений (например, воздействующих только на определенную группу организмов), снижения дозировок и совершенствование технологий распределения препаратов.

В эксперименте с одним из препаратов, влияющим на личинки у так называемых насекомых с неполным превращением, оценивали его влияние на популяцию одного из видов саранчи (того же, что и в предыдущей задаче). В отличие от обычных химических препаратов подобные соединения действуют так: после того как личинка насекомого получит свою дозу, она остается активной, в том числе может питаться и перемещаться, однако, когда приходит время личинки (а у данного вида саранчи между личинками личинок проходит примерно неделя), то личинка не происходит и личинка гибнет.

Кроме того, в данном случае проводилась так называемая барьерная обработка, когда чередовались обработанные и необработанные препаратом полосы. В таблице представлены результаты варианта, когда ширина таких полос была одинаковой (по 15 м).

Препарат распыляли на степном участке, на котором располагались группы личинок саранчи. Оценивали плотность личинок на один квадратный метр за сутки до обработки (Д-1), через сутки после обработки (Д+1) и так далее. Плотность личинок также считали на степном участке, который служил контролем.

Участок	5.06	7.06	12.06	13.06	15.06	16.06	23.06	26.06	15.07
	Д-1	Д+1	Д+6	Д+7	Д+9	Д+10	Д+17	Д+20	Д+39
Обработанная полоса	5,12	2,56	0,32	0	0	0,32	0	0	0
Необработанная полоса	5,12	3,84	0,96	0,48	0,8	0,96	1,12	1,92	1,28
Защищенный участок целиком	5,12	3,2	0,64	0,24	0,4	0,64	0,56	0,96	0,64
Контроль	3,84	4,48	1,28	1,6	3,04	3,52	2,88	3,2	2,77

Как можно оценить эффективность обработки? Как проявляется эффект обработки на обработанных и необработанных участках эксперимента? Прослеживаются ли какие-то особенности обработок данной группой препаратов? Прослеживаются ли какие-то особенности барьерной обработки? В чем возможное преимущество барьерной обработки по сравнению со сплошной? Каковы возможные негативные результаты такой обработки?

## Часть 3. Исследовательские задания и проекты

### 3.1. Аутоэкология

1. Оцените влияние температуры воздуха на самочувствие человека. Для этого выясните у коллег, друзей, родственников и знакомых, какую температуру они считают для себя оптимальной (в лёгкой верхней одежде), слишком низкой и слишком высокой. Внесите индивидуальные данные в таблицу. Постройте по таблице график распределения оценок отношения к температуре воздуха изученной группы людей. Рассчитайте средние значения оптимальной и pessимальных температур. Сравните полученные значения. Почему значения оптимальной и pessимальных температур варьируют? О чём это говорит? Как эти данные можно использовать в жизни?

2. В Интернете или в литературных источниках найдите карты естественных областей распространения (ареалов) видов нескольких деревьев, естественных для вашего региона, и нескольких интродуцированных видов деревьев. Сравните эти карты с картами физико-географического атласа или Интернета и определите основные параметры, характеризующие их экологические ниши:

- среднюю температуру самого холодного и самого тёплого месяца,
- среднегодовую температуру
- продолжительность зимы (постоянного снежного покрова),
- годовую сумму осадков,
- типы почвы и т. п.

Выявите различия между видами, а для интродуцированных форм определите области Евразии, в пределах которых они в

принципе способны существовать (т. е. соответствующие их потенциальным нишам).

### ***3.2. Демэкология***

1. Какие экологические факторы ограничивают возможный рост численности человечества? Ответ обоснуйте.

2. Еще в середине прошлого века во многих странах Африки южнее Сахары средняя продолжительность жизни людей была невелика, а детская смертность была очень высокой. Какие факторы влияли на состояние местных популяций? Какова динамика популяций в последние десятилетия?

### ***3.3. Синэкология***

1. Если есть возможность вести наблюдение за аквариумом, выявите экологические особенности свойственного данному аквариуму сообщества живых организмов.

— Попробуйте определить (или узнать названия у хозяина) обитателей модельного аквариума (достаточно до уровня отряда/семейства).

— Выделите представителей основных биологических блоков — продуцентов, консументов (в том числе разных порядков), редуцентов.

— Постройте трофическую сеть данного аквариума.

— Попробуйте определить, как меняется распределение внутри аквариума особей разных видов с утра до вечера.

— Какие источники энергии важны для аквариума?

Почему на протяжении дня меняется распределение видов животных внутри аквариума? Что произойдет, если изолировать аквариум от атмосферного кислорода? Почему аквариум — это только модель экосистемы?

2. Известно, что многие растения тем или иным способом реагируют на повреждения. Так, например, в листьях березы начинается накопление фенолов. На подросте березы (10 деревьев) оценивали количество гусениц (на дерево) и концентрацию фенолов в 10 листьях:

Высота, м	Концентрация фенолов, % от массы	Число сухих гусениц
0,8	5,1	15
1,1	6,1	51
0,5	5,8	6
0,9	7,4	39
0,95	6,0	26
1,2	7,1	31
1,03	5,6	30
0,6	6,4	19
1,24	5,3	62
0,72	6,7	22

Оцените возможные связи между полученными оценками (корреляция Пирсона, Спирмена, другие статистические оценки). Если связи выявляются, то о чем это свидетельствует? Насколько корректно организован сбор данных?

3. Наземные и океанические экосистемы различаются по суммарной биомассе и продукции. Объясните, чем обусловлены эти различия.

4. Какие водные экосистемы отличаются высокими уровнями продукции? Почему?

### ***3.4. Трансформированные экосистемы***

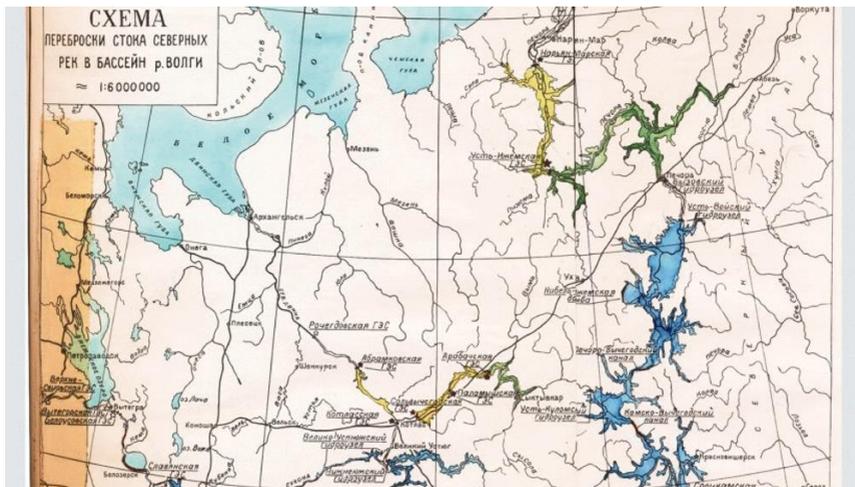
1. На космоснимке части одного из тропических островов мы видим явные следы деятельности человека. Какие экосистемы преобладали на данном участке до его освоения? Что местные жители пытаются создать на этой территории? К каким последствиям это может привести?



2. На протяжении веков (особенно с середины XIX в.) люди пытались усовершенствовать среду своего обитания. Время от времени предлагались (и предлагаются до сих пор) различные проекты, связанные с масштабными преобразованиями не просто экосистем, а огромных регионов. Некоторые такие проекты даже удалось в той или иной степени реализовать.

Среди последних был так называемый Сталинский план преобразования природы, в соответствии с которым в степных и лесостепных районах СССР в 1949–1965 гг. необходимо было создать крупные и протяженные лесополосы и построить систему водоемов.





Долгое время активно обсуждали проекты переброски стока северных рек на юг. Предполагалось строительство гидротехнических сооружений (обычно ГЭС с водохранилищами) на реках, текущих в Северный Ледовитый океан, и системы каналов, по которым часть их стока должна была поступать в бассейн Волги, а затем — в Каспийское море, и в бассейн Аральского моря. Еще в советские времена на основании тщательных экспертных оценок эти идеи были отвергнуты.

Однако в последние десятилетия подобные проекты пытаются в той или иной степени реанимировать. Так, например, предлагается построить канал, позволяющий перебросить часть стока Иртыша и Оби в Казахстан и Узбекистан. В одном варианте по каналу шириной 120–170 м при глубине 12 м предлагается перебрасывать 25 кубических километров в год, в другом — 60 кубических километров при ширине канала в 200–280 м. При этом годовой сток Оби в ее нижнем течении на уровне Салехарда около 400 кубических километров. Одна из характерных особенностей всех предлагавшихся и предлагаемых проектов сооружение необлицованного канала.

К каким изменениям может привести сооружение такого канала и связанных с ним объектов?

- в Северном Ледовитом океане
- в Арктике
- в таежной зоне
- в Иртыше
- в лесостепных и степных районах
- в реках Сырдарья и Амударья
- в Аральском море
- в пустынных экосистемах.





Попытайтесь предложить систему мероприятий по сокращению водопотребления, особенно сельском хозяйстве и промышленности.

5. На протяжении веков (особенно с середины XIX в.) люди пытались усовершенствовать среду своего обитания. Время от времени предлагались (и предлагаются до сих пор) различные проекты, связанные с масштабными преобразованиями не просто экосистем, а огромных регионов. Некоторые такие проекты даже удалось в той или иной степени реализовать.

Один из проектов, созданных в 1920-х гг., — это так называемая Атлантропа. В нем предлагалось сооружение нескольких крупных плотин (и связанных с ними ГЭС) в нескольких проливах Средиземного моря и осушение части последнего в результате понижения уровня воды примерно на 100 м, а также орошение опресненной водой Сахары.

К каким изменениям могут привести такие сооружения?

- Атлантическом океане
- в Средиземном море
- на островах Средиземного моря
- в Черном море
- на юге Европы
- на северо-западе Африки
- в Сахаре
- в реке Нил



# Atlantropa-Projekt

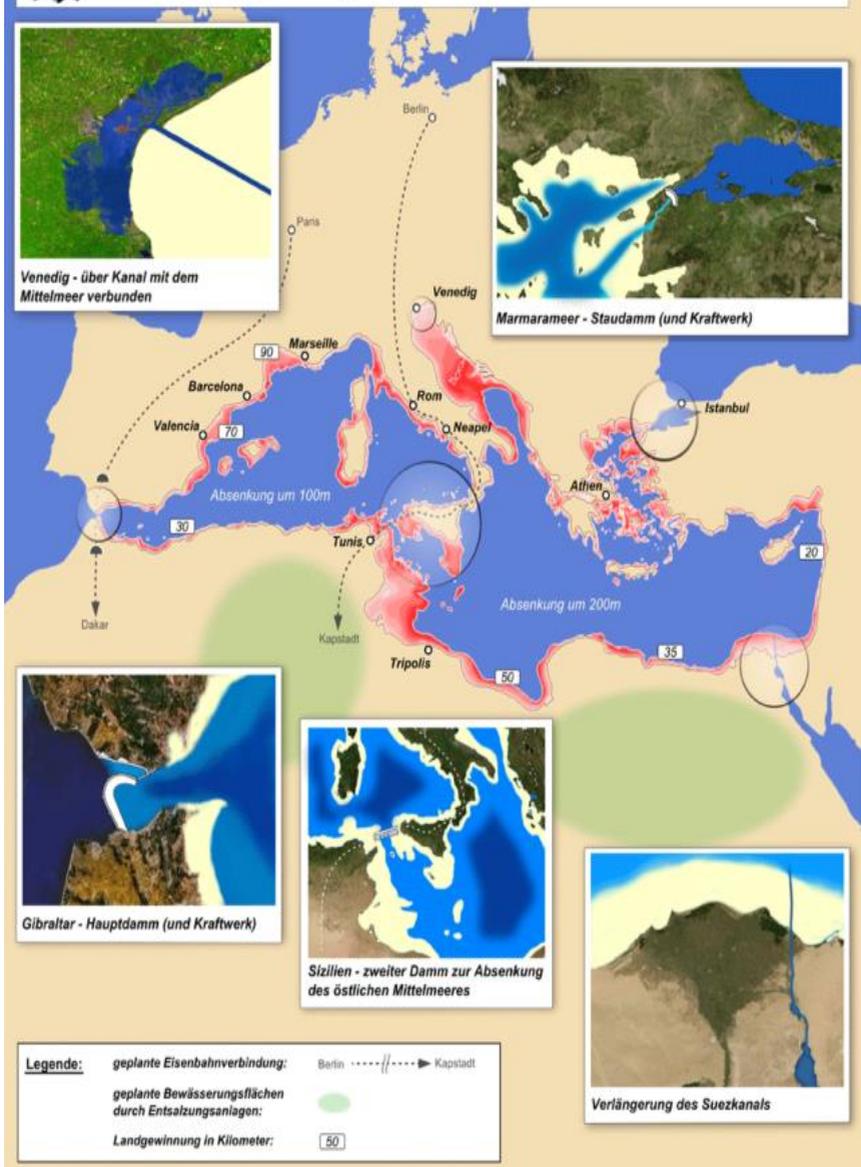
geplant von Herman Sörgel



Venedig - über Kanal mit dem Mittelmeer verbunden



Marmarameer - Staudamm (und Kraftwerk)



### ***3.5. Потоки энергии и вещества в трансформированных экосистемах***

1. Современный человек потребляет свыше  $30 \times 10^4$  кДж энергии в сутки.

— Откуда берётся эта энергия?

— Куда она расходуется?

— На примере своей квартиры/дома/комнаты оцените потоки энергии (в том числе связанные с питанием), в том числе на фоне денежных затрат, связанных с энергоресурсами.

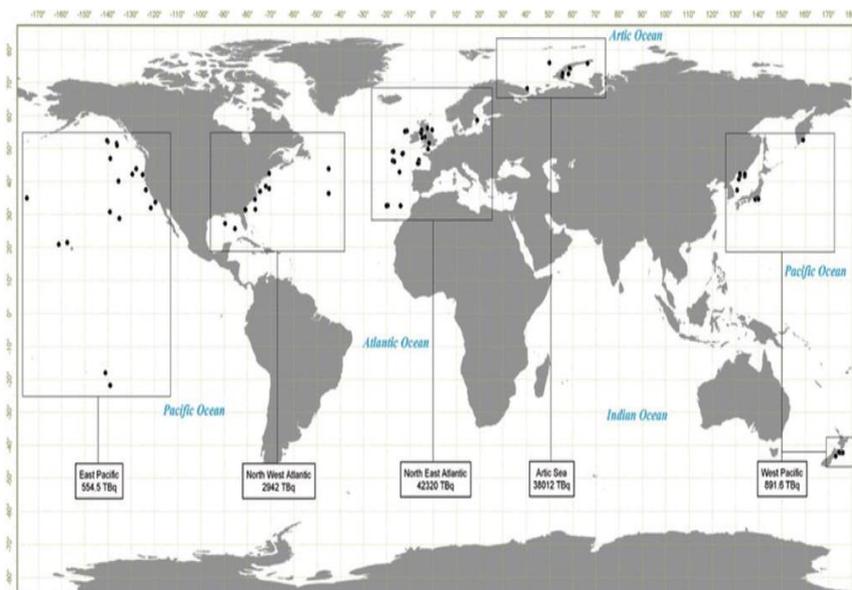
— Как можно уменьшить потребление энергии у себя дома?

2. В последние десятилетия в мире в целом и в разных странах пытаются не только снизить потребление энергии, но и существенно изменить соотношение между различными ее источниками, в частности, заменить энергию, вырабатываемую тепловыми и атомными электростанциями, на энергию, вырабатываемую за счет так называемых ветряных электростанций.



Какие экологические проблемы позволяет решить развитие ветроэнергетики и какие новые проблемы появляются в результате сооружения ветрогенераторов на суше и в море?

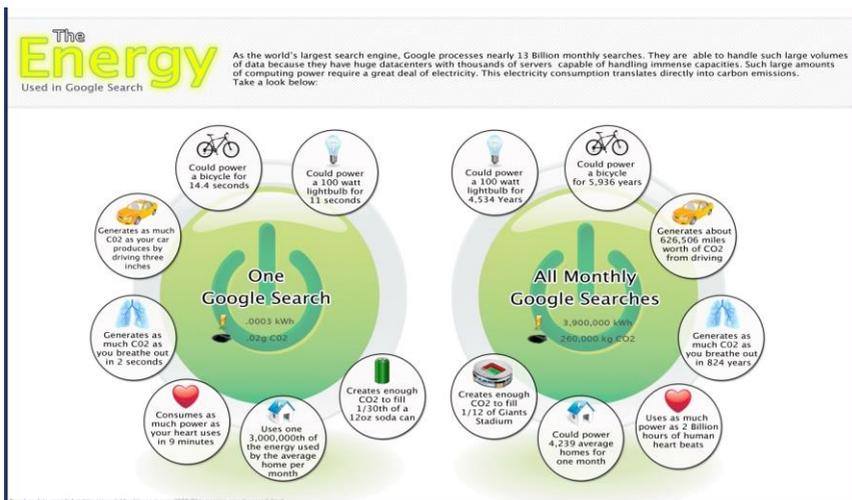
3. После Второй мировой войны производилось захоронение радиоактивных отходов в специальных контейнерах в разных частях Мирового океана, главным образом в Северном полушарии. На карте показаны основные районы таких захоронений.



[[https://www.researchgate.net/publication/313731450\\_The\\_Impact\\_of\\_Antropogenic\\_Activity\\_on\\_Cold-Water\\_Corals/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/313731450_The_Impact_of_Antropogenic_Activity_on_Cold-Water_Corals/figures?lo=1)]

Что может привести к разрушению таких контейнеров и какими могут быть результаты?

4. Оцените энергозатраты (например, средние за один час), связанные с обучением в удаленном режиме, с учетом того, что энергия расходуется не только Вашим персональным оборудованием (компьютер, планшет, дисплей и т.п.), но и оборудованием в сети (см. схему, иллюстрирующую расходы, связанные с поиском информации с помощью сервисов Google).



5. В агроладшафтах обычная проблема — дефицит ряда химических элементов, особенно азота. Эта проблема часто решается за счет внесения минеральных удобрений.

Разработайте дизайн эксперимента по оценке влияния внесения разной массы азота на старом пастбище. Исходные данные такие: Экспериментальный участок 2 x 8 м разбит на 16 делянок по одному квадратному метру. Исходное соединение — нитрат аммония (20 мМ), заданные концентрации азота: 0, 3.5, 7.0 и 14.0 г/м<sup>2</sup>. Планируется внесение удобрения каждые две недели (за исключением середины зимы), то есть 25 раз в год.

6. Два наиболее распространённых типа агроэкосистем — земледельческие и пастбищные. Выявите черты сходства и различия этих двух типов агроэкосистем.

7. В 1950–1960-е гг. во многих степных районах шло так называемое освоение целины, при этом могли распахивать огромные территории, так что размеры полей достигали очень больших размеров — до 2 км по стороне. Какими могут быть экологические последствия ежегодного выращивания на подобном поле пшеницы? Представьте себе, что такое поле перестали распахивать ежегодно, — как может идти восстановление степного сообщества?

8. В степях России и Казахстана сейчас большие площади занимают брошенные поля, появившиеся на участках, которые распахивались на протяжении десятилетий. На таких участках часто активно развиваются популяции вредителей, например саранчовых. Как можно ускорить восстановление степных экосистем на залежах?

9. В «зелёных» публикациях часто можно встретить примерно такие утверждения: «Для выращивания одного килограмма пшеницы требуется 1000 литров воды». Используя свои знания в области биологии и экологии, объясните смысл подобных фраз и опишите реальную судьбу этого объёма воды. Охарактеризуйте потоки перемещения воды (в том числе её баланс) при выращивании пшеницы.

### ***3.6. Сохранение биоразнообразия и поддержание устойчивости экосистем***

1. Осенью 1917 г. В. П. Семенов-Тянь-Шанский предложил создать в границах тогдашней России сеть заповедников — аналогов национальных парков в США. Эта проект включал 46 заповедников, уже в советское время многие из них были в том или ином виде созданы.

Изучите список, предложенный В. П. Семеновым-Тянь-Шанским, и определите, какие из предложенных им заповедников существуют сейчас в России, а какие — в других государствах... Какой была судьба заповедников их этого списка, созданных в разные годы?

2. Найдите информацию о заповедниках, функционирующих в России сейчас (помните, что есть заповедники, находящиеся в подчинении Министерства природных ресурсов и экологии РФ, но и некоторых других ведомств).

Как расположены эти заповедники? Где располагаются самые большие и самые маленькие заповедники? Почему? Оцените долю площади, занимаемой заповедниками в России в целом и в отдельных регионах (помните, что есть заповедники, территории которых входят в состав разных административных регионов). Достаточно ли эта площадь? Как можно ее увеличить? Какие заповедники еще целесообразно создать?

---

## ЕВРОПЕЙСКАЯ РОССИЯ

### Лесотундровые

1. Парк Хибинских гор
2. Адакский горный
3. Мезенский равнинный

### Лесные

4. Олонецкий ледниковый
5. Валдайский моренный
6. Левашовский зоопарк
7. Беловежская пуща

### Лесостепные

8. Жигулевский
  9. Сурской Шишки
  10. Среднерусской возвышенности
  11. Овражный
  12. Галичье горы
  13. Дивногорья
  14. Святых гор
  15. Уремный
  16. Хреновской
  17. Бузулукский
- ### Подземные
18. Барнуковский
  19. Кунгурский
  20. Яйлинский
  21. Старобельский
  22. Аскания Нова зоопарк

---

## КАВКАЗ

### Горно-лесные

23. Кубанский
24. Дагестанский
25. Лагодехский
26. Черноморский

---

## СИБИРЬ

### Лесотундровые

27. Обдерский
28. Карагинский

### Равнинные таежные

29. Кондинский
30. Средне-Сибирского плоскогорья
31. Шантарский

### Лесостепные

32. Барабинский
33. Киргизский мелкосопочный

### Горно-таежные

34. Алтайский
35. Западно-Саянский
36. Баргузинский

### Смешанные таежно-степные

37. Амурский
38. Забайкальский

### Третичных лесов

39. Уссурийский

### Вулканический

40. Камчатский

---

## СРЕДНЯЯ АЗИЯ

### Пустынные

41. Мангышлакский
42. Репетекский
43. Саксауловый

### Равнинный

44. Тугайный

### Горно-лесные

45. Ферганский
46. Тянь-Шанский

---

Наилучшее время для основания национальных парков в России настало именно теперь, когда коренным образом будут пересмотрены все русские земельные законы.

*В.Семенов-Тянь-Шанский*  
2 Октября 1917 г.

3. Найдите информацию о биосферных резерватах, функционирующих в России сейчас (информация о них — в первую очередь на сайте ЮНЕСКО).

Как в РФ создаются заповедники и как биосферные резерваты? Как расположены эти резерваты? Как они соотносятся с существующими заповедниками? Почему? Оцените долю площади, занимаемой биосферными резерватами в России в целом и в отдельных регионах. В каких субъектах РФ нет биосферных резерватов? Какие новые биосферные резерваты целесообразно создать?

4. Найдите информацию о национальных парках, функционирующих в России сейчас.

Чем национальный парк (в России) отличается от заповедника? Как расположены эти парки? Где располагаются самые большие и самые маленькие национальные парки? Почему? Оцените долю площади, занимаемой национальными парками в России в целом и в отдельных регионах (помните, что есть парки, территории которых входят в состав разных административных регионов). Достаточна ли эта площадь? Как можно ее увеличить? Какие еще национальные парки целесообразно создать?

5. Какие крупные ООПТ можно дополнительно создать в вашем регионе?

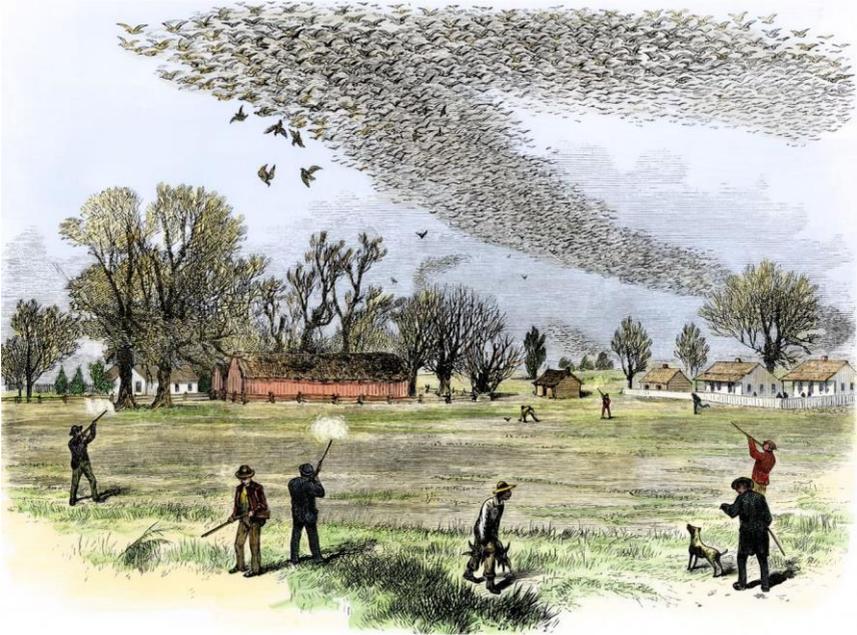
6. Странствующий голубь еще в XIX в. был массовым видом в широколиственных лесах Северной Америки. Более того, считается, что этот вид был самым многочисленным из современных видов птиц. Отдельные его стаи объединяли миллионы особей, а суммарная численность, как минимум, достигала нескольких миллиардов. Эти птицы питались преимущественно плодами деревьев, в том числе желудями, но не брезговали и другой пищей. Особенно заметным

влияние голубей на другие виды было в местах гнездования. Фактически в экосистемах местных широколиственных лесов этот вид был системообразующим.



Местные жители активно охотились на странствующих голубей, так как ели их мясо. Кроме того, эти птицы нередко наносили существенный ущерб посевам. Особенно активно выбивать голубей начали во второй половине XIX в., когда во многих районах плотность населения значительно увеличилась за счет новых волн переселенцев, началось строительство железных дорог и появились холодильные установки. В результате, к концу XIX в. численность этого вида резко сократилась. Последняя самка странствующего голубя умерла в зоопарке города Цинциннати в 1914 г.

Так как вид исчез чуть больше века назад, сохранились образцы, которые позволяют выяснить не только морфологические, но и генетические особенности данного вида. В последние годы исследователи пытаются, если можно так выразиться, "реконструировать" странствующего голубя на основе близкого вида, обитающего в западной части Северной Америки, путем редактирования части его генома.



Представим себе, что этот проект оказался успешным: странствующего голубя удалось воссоздать и выпустить в природу. Какие условия (на популяционном уровне) нужно соблюдать, чтобы численность вида хоть как-то восстановилась? Как могут измениться существующие сейчас на территории, где голубь когда-то обитал, экосистемы? Как может измениться жизнь людей в этих районах?

### ***3.7. Проблема инвазий***

1. В разных районах внетропической Евразии, в том числе в России, в озеленении широко использовали американский, или ясенелистный клён — быстро растущий и устойчивый к воздействиям со стороны человека вид. В последние десятилетия этот вид начал проникать в различные экосистемы, вытесняя из них местные виды.

Найдите карту исходной области распространения (ареала) американского клёна и информацию о его основных местообитаниях и способах размножения. Сравните карту ареала с картами физико-географического атласа и

определите основные параметры, характеризующие исходную экологическую нишу вида:

- средние температуры самого холодного и самого тёплого месяца,
- продолжительность зимы (постоянного снежного покрова),
- годовую сумму осадков,
- тип почв и т. п.



Оцените возможность расселения американского клёна по территории региона, в котором вы живете. Предложите мероприятия по ликвидации данного вида в регионе.

2. В разных районах внетропической Евразии, в том числе в России, в прошлом веке активно выращивали борщевик Сосновского, — очень продуктивный вид, который в переработанном виде использовали в качестве корма домашних животных. В последние десятилетия этот вид начал проникать в различные экосистемы, особенно в Европе, вытесняя из них местные виды.

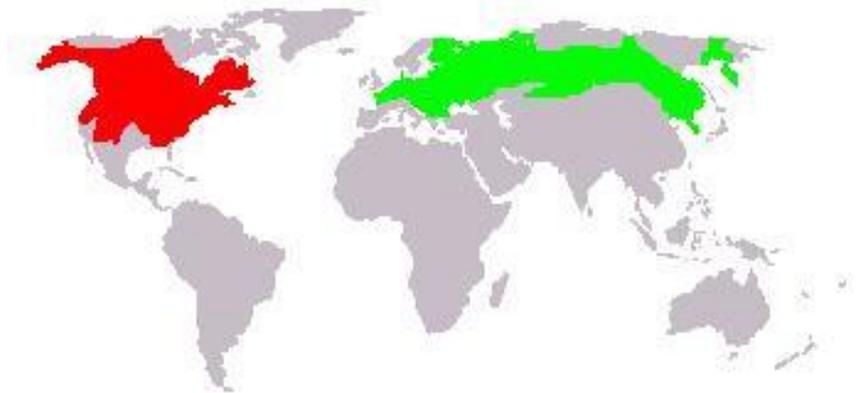
Найдите карту исходной области распространения (ареала) борщевика Сосновского и информацию о его

основных местообитаниях и способах размножения. Сравните карту ареала с картами физико-географического атласа и определите основные параметры, характеризующие исходную экологическую нишу вида:

- средние температуры самого холодного и самого тёплого месяца,
- продолжительность зимы (постоянного снежного покрова),
- годовую сумму осадков,
- тип почв и т. п.

Оцените возможность расселения борщевика Сосновского по территории региона, в котором вы живете. Предложите мероприятия по ликвидации данного вида в регионе.

3. Ондатра — довольно крупный грызун. В начале прошлого века это североамериканский вид был завезен в некоторые европейские страны, в том числе в 1926 г. — в европейскую часть СССР. Ондатры быстро размножались и расселялись. Сейчас в Евразии вид заселяет огромные территории в северной половине материка и местами многочислен.



Что определило успех данного вида? Какие проблемы возникли либо могут возникнуть в результате его инвазии в различные экосистемы Евразии? Возможно ли расширение его области обитания в Евразии на север и(или) на юг?

**Учебное издание**

**М.Г. Сергеев**

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

**Комплект учебно-методических материалов: практикум**

Рекомендовано научно-методическим советом ООО «АБС»

Быкова Елизавета Викторовна (техническое редактирование)  
Баранова Александра Сергеевна (компьютерная верстка)

Отпечатано: ООО «Союзник»

в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета издательства АНО ДПО «СИППИРС»

Подписано в печать 09.09.2021

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Формат 60x84 1/16. Гарнитура «TimesNewRoman».

Усл. печ. л. 4,53

Тираж 500 экз. Заказ 0909/21

ООО «Союзник»

630005, г. Новосибирск, Демьяна Бедного, 55 оф. 115