

УДК 373.167.1:574
ББК 28.08я72
М63

Учебник включён в Федеральный перечень

Рецензент: директор Института экологии Волжского бассейна РАН, чл.-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор *Г.С. Розенберг*

М63 Миркин Б.М. Экология : 10–11 классы : базовый уровень : учебник для учащихся общеобразовательных организаций / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, С.В. Суматохин. — 4-е изд., стереотип. — М. : Вентана-Граф, 2019. — 400 с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-360-10277-9

Учебник входит в систему учебно-методических комплектов «Алгоритм успеха». В нём рассмотрены вопросы общей экологии (экология видов, популяций, экосистем и биосферы), прикладной экологии (сельскохозяйственная, городская, промышленная экология; вопросы охраны природы, механизмы рационального природопользования) и социальной экологии (концепция устойчивого развития, глобальные экологические проблемы, международное сотрудничество в деле сохранения окружающей среды и формирование нового экологического менталитета населения). Большинство глав содержит дополнительный справочный материал, который позволяет старшеклассникам расширить свой кругозор.

Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования (2012 г.).

УДК 373.167.1:574
ББК 28.08я72

ISBN 978-5-360-10277-9

© Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Суматохин С.В., 2009
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2009
© Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Суматохин С.В., 2014,
с изменениями
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2014,
с изменениями

Обращение к старшекласснику

История человечества по продолжительности несопоставима с историей нашей планеты. Если принять 4,5 млрд лет истории Земли за сутки, то жизнь появилась на ней в 3 ч утра, свободный кислород примерно в полдень, древнейшие ископаемые эукариоты — в 16 ч, растения вышли на сушу в 22 ч, а человек появился в 23 ч 59 мин 30 с. Время, когда его влияние на природу стало особенно пагубным, составляет миг, доли секунды, но этот миг — трагический. В начале XXI в. численность народонаселения планеты превысила 6,5 млрд, причём влияние каждого человека на окружающую среду несопоставимо с тем, что было даже 100 лет назад. Вследствие развития науки и техники человечество превратилось в разрушительную силу, способную вызвать катастрофу на планете Земля. Избежать кризиса можно в том случае, если отношения человека и природы будут основаны на знаниях науки экологии. Только с помощью экологии человеческое общество может найти для себя такой путь развития, когда не истощаются ресурсы, не загрязняется окружающая среда, а процветание в настоящем не грозит лишениями в будущем.

Этот учебник поможет вам получить нужные экологические знания. Первая его часть посвящена *общей экологии*. При изучении основ этой науки вы расширите свои познания о том, как в природе поддерживается экологическое равновесие. Во второй части учебника рассмотрено прошлое, настоящее и будущее отношений человечества и природы и освещены принципы *рационального (разумного) природопользования*.

Каждая глава учебника оканчивается выводом-резюме, обобщающим сказанное. Многие параграфы включают справочный материал — полезные факты, которые дополняют и конкретизируют основное содержание. Эти сведения вы можете использовать при выполнении творческих заданий, подготовке докладов и сообщений.

Главы разделены на параграфы. Когда будете работать с учебником, внимательно читайте текст, рассматривайте иллюстрации. Чтобы помочь вам усвоить знания, наиболее важные понятия были специально выделены **жирным шрифтом** и перечислены в конце параграфа. Обращайте на них особое внимание. Проверьте, правильно ли вы поняли их значение.

В начале каждого параграфа помещены наводящие вопросы; отвечая на них, вы вспомните ранее изученный материал. Это облегчит понимание нового материала. В конце каждого параграфа находятся вопросы и задания для самоконтроля. Задания, отмеченные знаком «звёздочка» (*), выполняются по договорённости с учителем.

Помните, что экологию следует изучать последовательно, тщательно, делая записи в рабочей тетради. Тетрадь должна быть постоянным помощником в вашей работе с учебником.

Успехов вам!

Введение

§ 1 Этапы развития экологии

- Как происходило становление экологии?
- Каких учёных-экологов вы знаете?

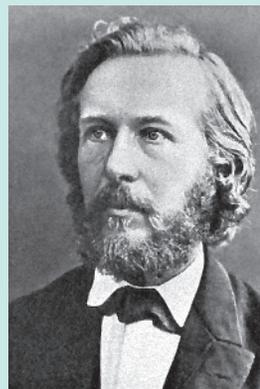
Предтечи экологии

В 1866 г. немецкий естествоиспытатель и философ, профессор Йенского университета *Эрнст Генрих Геккель* (1834–1919) ввёл в науку термин «экология» (от греческих слов *ойкос* — «дом» и *логос* — «учение»). Однако **история экологии** — науки, изучающей взаимоотношения организмов и условий среды, начинается в глубокой древности. Любой натуралист (исследователь растений, животных) всегда является не только ботаником или зоологом, но ещё и экологом, так как изучать организмы без учёта среды их обитания невозможно. Познакомьтесь с вкладом в становление и развитие экологии тех учёных, которых по праву можно назвать её предтечами.

Карл Линней (1707–1778) создал удобную для практического использования классификацию видов растений и животных, систематизировал сведения об условиях жизни разных видов. Он писал об «экономии природы» и первым сформулировал представления об экологическом равновесии в природе.

Антуан Лавуазье (1743–1794) стоял у истоков представлений о круговороте веществ в природе и выделил три группы организмов, которые в современном понимании соответствуют продуцентам, консументам и редуцентам.

Жан Батист Ламарк (1744–1829) первым высказал мысль о том, что всё живое и неживое



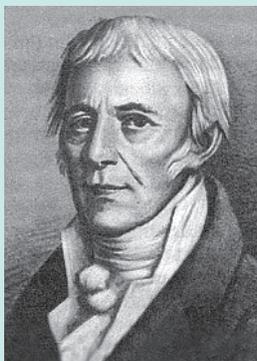
Э. Геккель



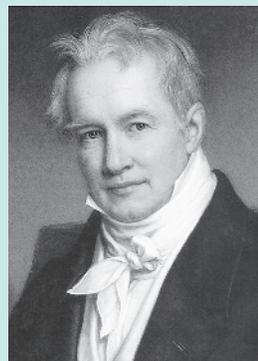
К. Линней



А. Лавуазье



Ж.-Б. Ламарк



А. Гумбольдт

на нашей планете составляет единое целое — биосферу, и предупредил человечество о возможных трагических последствиях влияния человека на природу. Вот как звучало его мрачное пророчество: «Можно, пожалуй, сказать, что назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания».

Александр Гумбольдт (1769–1859) сформулировал представления о жизненных формах растений (типах внешнего облика, отражающих условия среды обитания) и выявил широтную и высотную зональность в распределении животных и растений. Как и Ламарк, он был близок к идее биосферы — говорил о единстве всего живого, населяющего планету.

Томас Роберт Мальтус (1766–1834) установил, что рост народонаселения происходит в геометрической прогрессии, а производство продуктов питания — в арифметической, что и служит причиной перенаселения и голода.

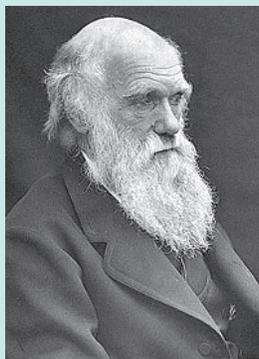
Чарльз Дарвин (1809–1882) создал учение о естественном отборе, который исключает перенаселение в природе за счёт отмирания более слабых особей и повышает приспособленность организмов к различным средам обитания. Он сформулировал отличие естественного отбора от искусственного отбора, осуществляемого человеком при выведении сортов растений и пород животных.

Андрей Тимофеевич Болотов (1738–1833) заложил основы сельскохозяйственной экологии: обосновал возможность сохранения плодородия почв при оптимальном соотношении площади пашни и поголовья скота.

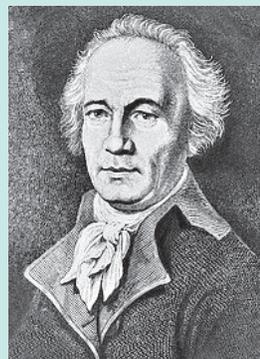
Карл Францевич Рулье (1814–1858) сформулировал принцип единства организма и условий среды, заложил основы экологии животных.



Т.-Р. Мальгус



Ч. Дарвин



А.Т. Болотов

В своих работах он справедливо утверждал, что развитие органического мира обусловлено воздействием с изменяющейся окружающей средой.

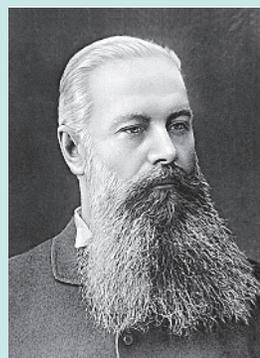
Василий Васильевич Докучаев (1846–1903) создал основы учения об экологии почв. Он доказал, что почвы распределены на нашей планете закономерно, в зависимости от особенностей климата и живых организмов, влияющих на процесс почвообразования.



К.Ф. Рулье

«Золотой век» теории экологии

Экология бурно развивалась в XX в., особенно в первой его половине. Это время называют **«золотым веком» теории экологии**. Именно тогда сформировались современные представления об отношениях отдельных организмов и популяций с условиями среды. Возникли представления об экосистемах как многовидовых ансамблях организмов, связанных потоками вещества и энергии, и о биосфере как самой большой экосистеме Земли. Обо всём этом и о тех учёных, которые развивали теорию экологии, вы узнаете в разделе 1 учебника.



В.В. Докучаев

Современная экология

Вплоть до середины XX в. экология едва ли выделялась среди прочих наук, таких как физика, химия, ботаника, зоология. Значение экологии резко возросло во второй половине XX столетия, когда её главным объектом стали отношения человека и природы. К этому времени начали сбываться прогнозы Ламарка и Мальтуса и обострились взаимоотношения человека и природы. Экология превратилась в сложный междисциплинарный комплекс из десятков наук, изучающих не только природные популяции и экосистемы, но и влияние человека на природу. Об экологии заговорили не только учёные, но и общественные деятели — политики, писатели.

Человечество признало, что сложившаяся система природопользования является истощительной. На двух международных конференциях по окружающей среде и развитию — в Рио-де-Жанейро в 1992 г. (Рио-92) и в Йоханнесбурге в 2002 г. (Рио+10) — обсуждались возможные пути перехода человечества к устойчивому развитию, что позволит ему сохраниться как биологическому виду.

О проблемах современной экологии вы узнаете в разделах 3, 4 учебника.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- *история экологии*
- *«золотой век» теории экологии*

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1 Расскажите об учёных, которые создали научную основу экологии, были её предтечами.
- 2 Какой период развития экологии назван «золотым веком»?
- 3 Почему экология играет важнейшую роль в современном мире?

§ 2 Структура современной экологии

- Какие научные направления в экологии вам известны?
- Какие задачи решает современная экология?

Общая экология

Современная экология представляет собой сложный междисциплинарный комплекс наук, состоящий из трёх главных разделов — общей, прикладной и социальной экологии. Традиционным разделом счита-

ют **общую экологию**. Эта биологическая наука изучает связь организмов друг с другом и с условиями среды на уровне отдельных особей (*аутэкология*), популяций (*популяционная экология*) и экосистем (*экология экосистем*). Общая экология рассматривает и самую большую экосистему нашей планеты — биосферу (*биосферная экология*). Условия среды обитания организмов — предмет изучения *факториальной экологии*.

Прикладная экология

Прикладная экология включает много наук, которые разрабатывают технологии рационального природопользования и охраны природных ресурсов. *Лесная экология* изучает способы использования ресурсов леса (в первую очередь древесины, промысловых животных, ягод) и возможности их воспроизводства. В её задачи входит исследование роли лесов в поддержании водного режима ландшафтов и газового состава атмосферы. *Сельскохозяйственная экология* (агрэкология) рассматривает способы получения сельскохозяйственной продукции без истощения ресурсов пашни и биологического разнообразия при сохранении окружающей среды и способы производства *экологически чистых* (не загрязнённых опасными для здоровья человека веществами) продуктов. *Промышленная экология* изучает влияние выбросов промышленных предприятий на окружающую среду и возможности уменьшения этого влияния за счёт совершенствования технологии производства. *Городская экология* изучает возможности улучшения среды обитания человека в городе. *Природоохранная экология* разрабатывает принципы и методы сохранения биологического разнообразия и других компонентов окружающей среды. Особенности использования и сохранения экосистем различных природных зон — объект изучения таких наук, как экология тундр, экология степей, экология морей, экология континентальных водоёмов и т. д.

Некоторые отрасли экологии выделены не по объекту изучения, а по используемым методам. *Математическая экология* разрабатывает методы прогноза экологических процессов, которые произойдут при изменении условий среды, в первую очередь под влиянием человека. *Химическая экология* разрабатывает методы определения веществ-загрязнителей, попадающих в атмосферу, воду, почву, продукты питания, способы химической очистки газообразных, жидких и твёрдых отходов и новые технологии производства, которые позволяют уменьшить количество отходов.

Социальная экология

Социальная экология исследует взаимоотношения природы и общества, в результате которых формируются социоприродные экосистемы. Она разрабатывает пути гармонизации этих систем и предотвращения возможного экологического кризиса. В состав социальной экологии входит ряд наук. *Экология человека* — наука о взаимоотношениях человека и его природной, социальной, производственной среды. *Демография* изучает закономерности изменения населения и возможности управления этим процессом. *Медицинская экология* изучает болезни человека, связанные с загрязнением среды, способы их предупреждения и лечения. Здоровье населения любой территории — лучший показатель состояния среды его обитания. *Экологическая экономика* разрабатывает экономические механизмы рационального природопользования — оценки стоимости ресурсов (воды, древесины, нефти и т. д.) и размеры штрафов за загрязнение среды. Она обосновывает эффективные формы экологических инвестиций, т. е. вложений денежных средств в улучшение экологической ситуации. *Экологическое право* включает систему законов, направленных на защиту природы. Юристы-экологи выступают адвокатами Природы в судебных процессах, связанных с экологическими преступлениями или нарушениями законов природопользования. *Глобальная экология* изучает влияние человека на биосферные процессы (круговороты веществ), климат, состояние литосферы, Мирового океана (слово «глобальный» происходит от латинского *глобус* — «шар», т. е. «всеобъемлющий», «мировой»). К социальной экологии относят и науки, разрабатывающие методы формирования экологического самосознания, — экологическую этику, экологическую культуру.

При решении конкретных экологических задач специалисты по наукам экологического комплекса объединяются в научные команды. Так, в решении вопросов лесной экологии могут принимать участие специалисты-экологи — математики, экономисты и юристы. При решении вопросов медицинской экологии к экологам-медикам должен присоединиться ещё и эколог-химик. Он может проследить судьбу химических веществ, выброшенных предприятиями в окружающую среду, и предложить способы уменьшения объёма выбросов.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- *общая экология*
- *прикладная экология*
- *социальная экология*

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1 Почему современную экологию рассматривают как междисциплинарный научный комплекс?
- 2 Что изучает общая экология?
- 3 Какие науки входят в состав прикладной экологии?
- 4 Назовите науки, которые входят в состав социальной экологии.
- 5 Представьте, что собираетесь проводить научное исследование по экологии. Сформулируйте тему исследования. Далее вам понадобится изучить соответствующую литературу по теме. Подготовьте список изданий, которые могут быть вам полезны. Для этого воспользуйтесь каталогом школьной библиотеки, интернет-ресурсами и другими источниками. Можете указывать периодические и непериодические издания. Оформляйте список так, как это делают в научных работах. О правилах и методике составления библиографических списков можно прочесть в учебном пособии «Экология в экспериментах» (Федорос Е.И., Нечаева Г.А.).

Основные положения введения

Термин «экология» введён Э. Геккелем в 1866 г., однако история экологии уходит в глубину веков. В XVIII–XIX вв. предтечами этой науки стали К. Линней, А. Лавуазье, Ж.-Б. Ламарк, А. Гумбольдт, Т.-Р. Мальтус, Ч. Дарвин, А.Т. Болотов, К.Ф. Рулье, В.В. Докучаев.

Теория экологии бурно развивалась в первой половине XX в. В этот период, который был назван «золотым веком» теории экологии, учёные сформулировали основные положения науки.

Современная экология — это широкий междисциплинарный комплекс, объединяющий десятки наук в рамках трёх разделов — общей экологии, прикладной экологии, социальной экологии. Важнейшая задача современной экологии состоит в разработке путей перехода человечества к устойчивому развитию.

ЭКОЛОГИЯ ВИДОВ И ПОПУЛЯЦИЙ

Виды являются основной единицей биологического разнообразия планеты и её отдельных регионов. По числу и составу видов можно судить о характере условий среды и влиянии на неё человека. Каждый вид имеет свой ареал. Он существует в определённых условиях среды и состоит в тех или иных отношениях с другими видами — по выражению Э. Геккеля, «друзьями» и «врагами». Среди видов выделяют особо полезные для человека (их называют ресурсными) и редкие, количество особей которых сократилось под влиянием человека.

Организм и условия среды

Организм и условия внешней среды составляют единое целое: из среды организм получает вещества и энергию, а в среду выделяет ненужные продукты жизнедеятельности. Если разрушить это единство, то организм погибнет.

В этой главе вы познакомитесь с факторами среды, приспособлениями (адаптациями) организмов к этим факторам и группами организмов, выделяемыми по их отношению к внешней среде.

§ 3 Факториальная экология

- Назовите экологические факторы, влияющие на организмы.
- Какие ресурсы необходимы для жизни растений и животных?

Условия и ресурсы

Любые явления, свойства или компоненты внешней среды, которые влияют на организм, носят название **факторы среды**, или экологические факторы (табл. 1). Их разделяют на условия и ресурсы. **Условия** — это факторы среды, не потребляемые организмами. К их числу относят температуру, влажность воздуха, солёность воды, кислотность почв, содержание загрязняющих веществ в воде и почве, не используемых как элементы питания. **Ресурсы** — это факторы среды, потребляемые организмами. Для растений ресурсами являются свет, вода, элементы минерального питания, диоксид углерода; для животных — ткани растений и животных или мёртвое органическое вещество. Растения и животные как пищевые ресурсы имеют существенные различия (табл. 2). Необходимым ресурсом для подавляющего большинства организмов является кислород.

Ресурсом может быть пространство. Растениям нужны определённое «место под солнцем» и некоторый объём почвы (площадь питания) для потребления воды и элементов минерального питания. Растительоядным животным нужен участок «пастбища»: для тли — часть листа, для табуна куланов — десяток гектаров степи, для группы слонов — десятки квадратных километров саванны. Хищникам требуется «охотничий надел».

Классификация факторов среды

Таблица 1

Группа факторов	Характер влияния	Факторы		
		абиотические (порождённые неживой природой)	биотические (порождённые живой природой)	антропогенные (порождённые человеком)
Ресурсы	Потребляются организмами (снабжают веществом и энергией)	<i>Для всех организмов — вода и пространство; для растений — элементы минерального питания, свет, углекислый газ; для аэробных организмов — кислород</i>	<i>Для растений — опылители, распространители семян и плодов, биологические азотфиксаторы; для животных — живые организмы, отмершее вещество; для мутуалов и паразитов — прижизненные выделения и ткани организма-хозяина</i>	Минеральные и органические удобрения, азот кислотных дождей, корм для животных
Условия: • прямые факторы	Не потребляются, непосредственно влияют на организмы	<i>Для всех организмов — pH среды, температура; для наземных организмов — атмосферное давление, гравитация, ветер, влага, пожары; для водных организмов — давление водяного столба, прозрачность воды, течение</i>	<i>Для всех организмов — конкуренты, хищники, паразиты, мутуалы; для наземных организмов — почвообразование, микроклимат; для паразитов и мутуалов — среда обитания (живой организм)</i>	Химическое, физическое (электромагнитное, шумовое, радиационное) и биологическое (привнесение чужеродных организмов) загрязнение сред жизни, разрушение экосистем, промысел, заготовка древесины, выпас, изменение климата

Окончание табл. 1

Группа факторов	Характер влияния	Факторы		
		абиотические (порождённые неживой природой)	биотические (порождённые живой природой)	антропогенные (порождённые человеком)
• косвенные факторы	Не потребляются, влияют на организмы через прямые факторы	Экспозиция склона, высота над уровнем моря, географическая широта, удалённость от океана, механический состав почвы	Уплотнение почвы крупными растительными организмами; влияние через посредников: подавление конкурентов, мутуалов и паразитов	Строительство водохранилищ, формирование новых ландшафтов при горных разработках и строительстве городов

Различия растений и животных как пищевых ресурсов

Таблица 2

Характеристика	Пищевой ресурс	
	Растения	Животные
Лёгкость переваривания	Трудно перевариваются (клетки имеют целлюлозные оболочки), необходимо участие микроорганизмов	Легко перевариваются
Способ начальной обработки	Необходимо пережёвывание	Жертва заглатывается целиком или крупными кусками
Содержание белка	Низкое (C/N от 20 : 1 до 40 : 1)	Высокое (C/N от 8 : 1 до 10 : 1)
Эффективность усвоения	Не более 10 %	До 50 %

Прямые и косвенные факторы

Среди условий среды различают прямые и косвенные факторы. **Прямые** экологические **факторы** непосредственно влияют на организмы. Их примером служат: увлажнение, температура, богатство почвы питательными элементами.

Косвенные экологические **факторы** действуют на организмы опосредованно — через изменение прямых факторов среды. Примером косвенных факторов являются: географическая широта и удалённость от океана, рельеф (высота над уровнем моря и экспозиция склона), механический состав почвы. С подъёмом в горы (рис. 1) изменяется климат (количество осадков и температурный режим). Экспозиция и крутизна склона влияют на интенсивность прогревания поверхности почвы и режим её увлажнения. Механический состав почвы (соотношение песчаных, глинистых и илистых частиц) влияет на растения и почвенную фауну через режим увлажнения и потоки питательных элементов.

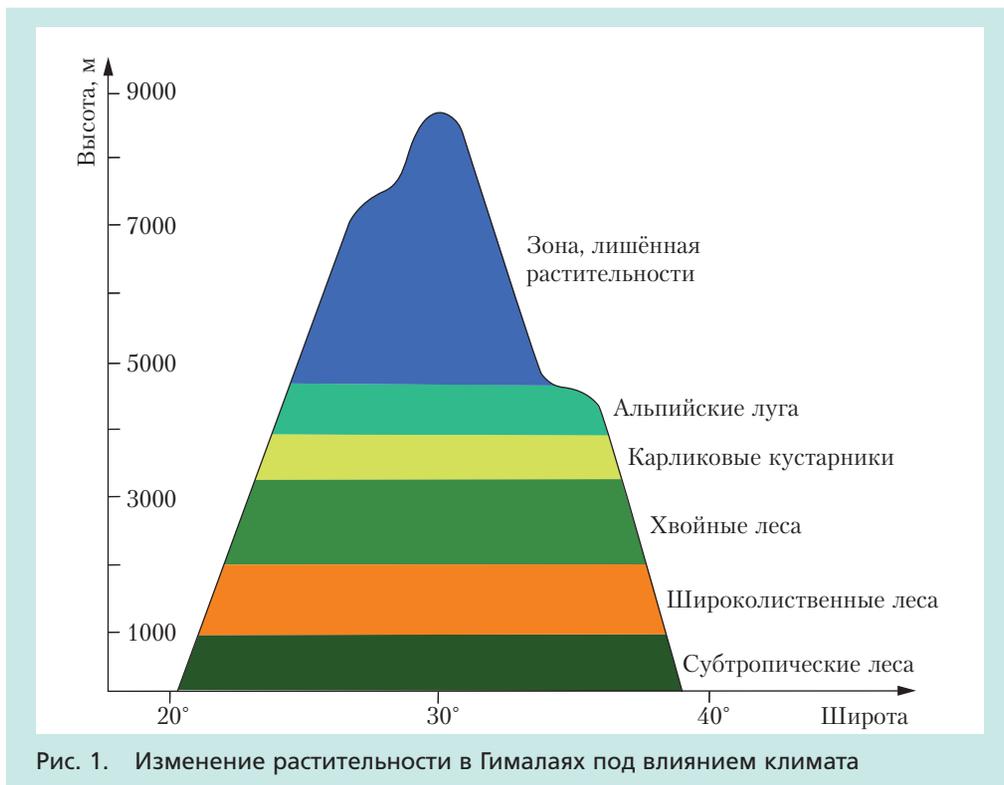


Рис. 1. Изменение растительности в Гималаях под влиянием климата