

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра экологии и охраны природы

СОСТАВЛЕНИЕ И РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Методические материалы

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2015*

УДК 574(075.8)
ББК 28.081я73
С66

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 2 от 24.12.2014 г.

Составитель: старший преподаватель кафедры экологии и охраны природы ВГУ имени П.М. Машерова **Е.В. Шаматульская**

Р е ц е н з е н т ы :

доцент кафедры географии ВГУ имени П.М. Машерова,
кандидат педагогических наук *С.В. Чубаро*;
доцент кафедры охраны труда и промэкологии ВГТУ,
кандидат технических наук *А.В. Гречаников*

Составление и решение экологических задач : методические материалы / сост. Е.В. Шаматульская. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 52 с.

Методические материалы подготовлены в соответствии с типовой учебной программой по курсу «Методика составления и решения экологических задач». Рассматриваются проблемные, творческие, познавательные и прочие задачи, которые призваны помочь студентам усвоению знаний, развитию необходимых интеллектуальных структур (переносу знаний, видению проблем, альтернативному мышлению и др.).

Издание предназначено для студентов, обучающихся по биоэкологическим специальностям вуза, учителям биологии и экологии, а также лицам, ведущим экологические исследования.

УДК 574(075.8)
ББК 28.081я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лекция 1 Понятие задачи. Классификация задач в экологии	5
Лекция 2 Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ)	14
Лекция 3 Методика составления открытых задач по экологии	34
Лекция 4 Энергетические связи экологии	37
Лабораторная работа 1 Общие законы зависимости организмов от факторов среды	41
Лабораторная работа 2 Энергетика экосистем	44
Лабораторная работа 3 Экономическая эффективность экологических мероприятий	45
Лабораторная работа 4 Методика составления и решения творческих задач	49
Список использованных источников	51

ВВЕДЕНИЕ

*Что значит обучать?
Это систематически подталкивать обучаемых
к собственным открытиям.
Г. Спенсер*

Учебная дисциплина «Методика составления и решения экологических задач» рассматривает разнообразные типы задач, которые призваны помочь студентам усвоению знаний, развитию необходимых интеллектуальных структур (переносу знаний, видению проблем, альтернативному мышлению и др.).

При решении задач раскрывается взаимосвязь и взаимозависимость между биологическими системами разного уровня организации, а также с окружающей средой. Это дает возможность реализовать учебные задачи. Предлагаются задания разноуровневой сложности, учитываются рациональность и скорость в их выполнении. При решении задач иногда задавать дополнительные и наводящие вопросы.

В процессе обучения студентов и учащихся экологии преподаватель/учитель не только передает информацию об особенностях развития, взаимосвязях между организмами, о законах и правилах, но и много работает над тем, чтобы выработать умения учащихся осмысливать и применять экологические знания, аналитически и критически оценивать биологические закономерности, анализировать новые источники, аргументировать свою позицию.

Решение экологических задач является средством обеспечения взаимосвязи экологии с другими науками и имеет практико-ориентированную направленность. Этот процесс формирует экологическую компетентность, учит студентов безопасному и экологически грамотному обращению с химическими веществами в быту и на производстве, позволяет использовать краеведческий материал.

В ходе курса лекций и лабораторного практикума студентам предлагается закрепить теоретические знания и приобрести опыт экологических исследований на практике.

При подготовке данного издания использован опыт других вузов, научная и методическая литература, основной список которой приводится.

ЛЕКЦИЯ 1

ПОНЯТИЕ ЗАДАЧИ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ В ЭКОЛОГИИ

1. Понятие задачи.
2. Стадии решения задачи.
3. Теории решения задач.
4. Классификация задач в экологии.
5. Типы задач в зависимости от метода решения.

1. Задача – проблемная ситуация с явно заданной целью, которую необходимо достичь; в более узком смысле задачей также называют саму эту цель, данную в рамках проблемной ситуации, то есть то, что требуется сделать. В первом значении задачей можно назвать, например, ситуацию, когда нужно достать предмет, находящийся очень высоко; второе значение слышно в указании: «Ваша задача – достать этот предмет». Несколько более жесткое понимание «задачи» предполагает явными и определенными не только цель, но и условия задачи, которая в этом случае определяется как **осознанная проблемная ситуация с выделенными условиями (данными) и требованием (целью)**. Еще более узкое определение называет задачей ситуацию с известным начальным состоянием системы и конечным состоянием системы, причем алгоритм достижения конечного состояния от начального известен (в отличие от *проблемы*, в случае которой алгоритм достижения конечного состояния системы не известен).

В учебной и т.п. практике «задача» принимает более узкий смысл и обозначает упражнение, требующее нахождения решения по известным данным с помощью определенных действий (умозаключения, вычисления, перемещения элементов и т.п.) при соблюдении определенных правил совершения этих действий.

Параметры задачи. В задаче выделяют:

- элементы ситуации;
- правила преобразования ситуации;
- требуемое решение (цель).

Требуемое решение может быть задано по-разному: как конечное состояние ситуации (например, то, как должна выглядеть собранная головоломка; как получение нового знания (например, $2+2=?$); как установление неких связей (отношений) между элементами ситуации (например, когда требуется определить, какой из двух предметов тяжелее) и т.д.

Характеристики условия задачи. Выделяют следующие характеристики условия задачи: привычность или непривычность ситуации, новизна задачи для субъекта, степень выделенности (явности) существенных отношений, форма условий (реальная ситуация / изображение / словесное описание).

Соотношение условия – решение: условия достаточны / недостаточны / избыточны для решения.

Решение задачи обычно требует определенных знаний и размышления. Отсюда – понятие «озадачить»: это значит либо «заставить задуматься», либо «поручить выполнение задачи». Решение задач – процесс, являющийся составной частью мышления; выполнение действий или мыслительных операций, направленное на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации. С точки зрения когнитивного подхода процесс решения задач является наиболее сложной из всех функций интеллекта и определяется как когнитивный процесс более высокого порядка, требующий согласования и управления более элементарными или фундаментальными навыками.

2. Стадии решения задачи. Процесс решения задачи состоит из таких основных подпроцессов как:

- обнаружение проблемной ситуации;
- постановка задачи: выявление и более или менее строгое определение исходного (данного) – его элементов и отношений между ними – и требуемого (цели);
- нахождение решения задачи.

Эти этапы можно обнаружить во многих теориях решения задач. Так, стадии постановки задачи и нахождения решения задачи отчётливо видны в теориях последователя Вюрцбургской школы Отто Зельца, гештальтпсихолога К. Дункера и когнитивиста Грино, несмотря на все их различия. При этом под постановкой задачи может пониматься как сознательная работа, так и некие постулируемые неосознаваемые процессы переработки информации.

Таблица 1 – Стадии решения задачи в теориях О. Зельца, Грино, К. Дункера

О. Зельц	К. Дункер	Грино
<p>Образование комплекса, в который входят:</p> <p>а) характеристики известного;</p> <p>б) отношения известное-неизвестное, определяющее;</p> <p>в) место неизвестного в комплексе.</p> <p>Незавершенность этого комплекса – суть проблемности.</p>	<p>Проникновение в проблемную ситуацию – понимание ее внутренних связей, восприятие ее как целого, заключающего в себе некий конфликт.</p>	<p>Построение когнитивной сети, состоящей из элементов известного (данного) и неизвестного (отношения между элементами известного и неизвестного пока не установлены).</p>
<p>Запуск интеллектуальных операций: припоминание или создание решения.</p>	<p>Нахождения <i>функционального значения</i> решения.</p> <p>Реализация (воплощение) функционального значения в конкретное решение.</p>	<p>Построения связей (отношений) между элементами, модификация сети при помощи дополнительной информации из памяти.</p>

Психологические факторы

На ход решения задачи и успешность ее решения влияют следующие факторы.

1. Установка: «Решение определенного числа задач одним способом побуждает испытуемого использовать тот же способ решения последующих задач, даже если этот способ становится неэффективным». Как показал Найт, установка тем сильнее, чем труднее были задачи, ее сформировавшие.

2. Функциональная закреплённость: используемый определенным образом предмет трудно потом использовать иначе при решении задачи.

3. Характеристики субъекта:

– *Эмоциональное (мотивированное) состояние:* предшествующая неудача снижает эффективность решения; наилучшие результаты имеют место при средней интенсивности мотивации; чрезмерная или недостаточная мотивация приводит к ухудшению результатов (закон Йеркса-Додсона).

– *Знания:* могут, как повышать, так и снижать эффективность решения (из-за стереотипизации, привычки).

– *Интеллект:* люди с низким интеллектом более восприимчивы к установке.

– *Личность:* показано, что успешность решения задач связана с 1) гибкостью, 2) инициативой, 3) уверенностью, 4) нонконформизмом, 5) способностью сдерживать движения (очень медленно чертить линии и т.п.).

3. Теории решения задач

Информационный подход. С точки зрения информационного подхода задача – это различие между двумя состояниями; задача считается решённой, когда признаки имеющегося и требуемого состояния идентичны. Таким образом, процесс решения задачи имеет место, когда организм или система искусственного интеллекта осуществляет переход из данного состояния в желаемое целевое состояние.

Представители информационного подхода исходили из того, что человек, так же как компьютер, оперирует символами (знаками), следовательно, вычислительные машины можно «использовать как устройства для имитации процесса человеческого мышления. Модели решения задач, которые они создавали, зачастую одновременно представляли собой компьютерные программы (наиболее известный пример – «Универсальный решатель задач» (англ.) Ньюэлла и Саймона, созданный в 1957 году).

Линдсей и Норманн. Линдсей и Норманн описывают решение задач следующим образом. Вся имеющаяся на данный момент информация, относящаяся к задаче, называется *состоянием осведомленности*. Решение задачи представляет собой последовательный переход от одного состояния осведомленности к другому, а затем к следующему и т.д., пока не будет достигнуто требуемое окончательное состояние осведомленности, т.е. решение. Такие переходы осуществляются с помощью операторов – средств, уменьшающих разрыв между наличным состоянием осведомленности и тем со-

стоянием, которое последует за ним. Нахождение операторов и составляет главную сложность при решении задачи.

Возможны две стратегии решения: прямой и обратный поиск. 1. При *прямом поиске* «человек сначала испытывает какой-то метод подхода к задаче, а затем смотрит, продвинулся ли он вперед в результате его применения». 2. При *обратном поиске* «человек рассматривает искомое решение, задаваясь вопросом: какой предварительный шаг необходим для того, чтобы прийти к нему? После определения этого шага определяется шаг, непосредственно ему предшествующий, и т.д., в лучшем случае – вплоть до отправной точки, заданной в постановке исходной задачи». Обратный поиск осуществляется с помощью анализа средство-результат (сопоставление средств и целей): на каждом шаге данная промежуточная цель сравнивается с наличным состоянием осведомленности и находится оператор – средство, уменьшающее разрыв.

Имеются два вида операторов: 1) алгоритмы (совокупность правил, гарантирующих результат) и 2) эвристические приемы (для сложных задач, где не найдены алгоритмы).

Инсайт. Решение задач путем внезапного озарения (инсайта), понимания ситуации, проникновение в ее суть описано В. Келером. Эксперименты Келера демонстрируют следующие примеры того, как это происходит.

Обезьяна способна схватить палку и достать ею еду, находящуюся вне клетки (без всяких проб и ошибок). Случайно соединив две короткие палки, которые по отдельности недостаточно длинны, чтобы дотянуться до еды, шимпанзе тут же достает еду получившейся длинной палкой

Шимпанзе влезает на ящик или даже ставит ящики друг на друга, чтобы достать высоко висящий плод.

4. Классификация задач в экологии.

1. По дидактической цели

- Обучающие
- Развивающие
- Контролирующие

2. По характеру познавательной деятельности

- задачи, выполнение которых состоит в стереотипном воспроизведении заученных действий;
- задачи, выполнение которых состоит в некоторой модификации заученных действий в изменившихся условиях;
- задачи, выполнение которых требует поиска новых, еще неизвестных способов действия.

3. По методам решения

- Логически-поисковые; творческие; проблемные;
- Аналитические; синтетические;
- Индуктивные; дедуктивные.

4. По направленности

а) Задачи познавательно-ориентационной направленности. Задачи, которые позволяют выявить экологические проблемы, связанные с нарушением равновесия в биосферных процессах и биогеохимических циклах, истощением природных ресурсов и ухудшением качества окружающей среды в результате ее загрязнения отходами химических производств; раскрыть структуру и функционирование природных систем; ориентироваться в окружающей среде; формировать систему знаний о природных объектах, источниках загрязнения и загрязнителях природной среды.

б) Задачи деятельностно-практической направленности. Задачи, в которых отражены вопросы разработки мер по предотвращению негативных последствий антропогенного воздействия, регулирования состояния природной среды; раскрыта сущность новых способов утилизации отходов, еще не используемых на современном этапе развития науки и техники; которые позволяют формировать систему знаний о природозащитных мероприятиях.

в) Задачи эмоционально-ценностной направленности. Задачи, требующие личностного сопереживания, эмоционально-чувственного отношения к экологическим проблемам; способствующие формированию личностных качеств учащихся.

5. Типы задач в зависимости от метода решения.

Поскольку нас интересует, в первую очередь, методика решения задач, разберем подробнее типы задач в соответствии со способами их решения.

1. Логически-поисковые.

а) Развивающие каноны. Имеется некий вид б-элементной конструкции, где элементы (слова, символы, рисунки и т.д.) связаны скрытым логическим смыслом. Один из элементов неизвестен. Требуется найти алгоритм составления конструкции и неизвестный элемент. Существуют различные типы связи между элементами.

Вертикальная:

Нитка		ДНК
Ткань		Хромосома
Платье		?

(Ответ: ядро)

Горизонтальная:

Лизосомы		гидролитические ферменты
Хромосома		ДНК
Плазматическая мембрана		?

(Ответ: липиды, белок)

Перекрестная:

Животное	растение
?	митохондрии
Движение	фотосинтез

- б) Определение родово-видовых понятий:
– профазы, анафазы, телофазы, метафазы (*митоз*);
- в) Группировка и систематизация:
– раздели живые организмы на группы, объясни принцип деления;
- г) анализ через синтез: ... – пример паразитизма, а лишайник – ...
- д) Нахождение закономерности:
– ядро – ДНК, хлоропласт – хлорофилл, мембрана – ...;
- е) Найди «лишнее»:
– рибосома, лизосома, митохондрия;
- ж) Найди соответствие:

цветок	организм
амеба	орган
луг	клетка
медведь	биогеоценоз

К этой же категории задач можно отнести и развивающие каноны (РК) А.Б. Попова [15]. РК – это упражнение, элемент интеллектуальной игры или задача, состоящая из шести пространственно организованных элементов, связанных между собой некоторыми логическими, ассоциативными или иными связями. РК можно успешно использовать в учебном процессе для оживления творческого отношения к самым разным предметам: биологии, экологии, окружающему миру, географии и любым другим предметам. Его можно применять для тренинга памяти, аналитических способностей, творческого воображения. РК может иметь различные формы:

табличную:

автомобиль	?
карандаш	пенал
самолет	?

Ступенчатую

человек			
голова		затылок	
?	глаз	зрачок	

Задачи, «табличной», связывающие пары элементов, называют «диадами», а тройки – «триадами».

Каноны могут использоваться и по отдельности (россыпью), и в различных связках. Так, группа РК, в которых требуется определить пропущенную букву, может быть связана контрольным словом, которое складывается из пропущенных в каномах букв. Каноны, построенные в цифрах, могут связываться с помощью знаков математических действий. РК легко и органично вписываются во все методики обучения, нацеленные на творческую активизацию обучаемых в учебном процессе. При выдаче любого задания необходимо особо подчеркнуть, что канон может иметь не один ответ, а много, причем между ними существует система предпочтений, которую также нужно выявить. Получив от студентов ответы, необходимо их разобрать. Это должен быть анализ, исследование, а не традиционная оценка результатов в баллах. Таким образом, разбор различных решений канона и способов их нахождения позволяет не только накапливать и закреплять знания, но и вводить обучаемых в атмосферу творческого поиска.

Приведем пример работы с каноном.

дерево	эвкалипт
животное	кенгуру
страна	?

Многие сразу найдут здесь правильный ответ – Австралия и получат для себя мотивационное подкрепление в виде некоторой дозы творческого успеха. Одновременно возникает и столь же необходимое в творчестве чувство неудовлетворенности, так как этот ответ правильный, но не полный. Дело в том, что кенгуру и эвкалипты можно встретить не только на континенте Австралии, но и на островах – Тасмании и Новой Гвинее. Остров Тасмания является частью страны Австралии. А остров Новая Гвинея территориально разделен на две части, одна из которых принадлежит Индонезии, другая – Новой Гвинее. Таким образом, полный ответ будет выглядеть в виде списка: Австралия, Индонезия, Новая Гвинея. Теперь ученикам можно предложить и более трудное задание, если у них проявился интерес к этому виду работы.

дерево	дуб
животное	жираф
страна	?

Трудность этого задания состоит в том, что по сущностному признаку она имеет два списка стран, так как жирафы не живут там, где растут дубы. По формальному признаку из списка всех стран могут быть выделены те, названия которых начинаются с буквы «С», так как в правой колонке канона слова начинаются с той же буквы, что и в левой. Объединяя эти два признака, можно получить такую пару равноценных ответов: Сирия, Сербия... (страны, где растут дубы) Сомали, Сенегал, Судан... (страны, где живут жирафы). Из полученных таким образом списков по третьему признаку – в правой колонке слова только мужского рода – можно выделить (дать предпочтение) Сенегал, Судан.

После освоения принципов решения канонов, можно перейти ко второму этапу работы с ними – предложить обучаемым самим придумать новые каноны, задавая им тему, например, так.

дерево	// - //- //- //- //- //- //-
животное	//- //- //- //- // - // - //- //
страна	?

Студенты охотно выполняют такие задания. А в процессе их выполнения прочитывают и запоминают гораздо больше материала, чем при традиционной зубрежке.

Развивающий канон при кажущемся подобии традиционным учебным задачам, оказывается гораздо более универсальным инструментом педагогических технологий. Развивающий канон может использоваться преподавателем для формирования у своих учащихся и студентов «культуры игры». Это достигается путем насыщения ее свойствами «секретности» и особой гармоничности.

Птица	?
Лапка	Коготь
Крыло	Перо

(варианты – крыло, голова, туловище, хвост)

2. Проблемные задачи могут быть в первом приближении разделены на 2 класса:

- 1) Конструктивного типа (прямые задачи) и
- 2) Объяснительного типа (обратные задачи).

Прямая задача формулируется так: дана проблемная ситуация, требующая для своего решения некоторого внешнего воздействия; нужно выяснить – какое?

Суть обратной задачи состоит во вскрытии причины (объяснении) того или иного явления, процесса. С точки зрения операций мышления, задачи конструктивного типа имеют преимущественно синтетический характер, задачи объяснительного типа – преимущественно аналитический.

Конструктивные задачи можно в свою очередь разделить на три вида: общие задачи проектирования, задачи конструирования и изобретательские.

Цель общих задач проектирования – найти лучший способ удовлетворения какой-либо потребности человека, выполнения необходимой ему функции (сто подразумевает поиск наилучшего принципа действия системы). Для них характерны максимально неопределенная зона поиска решений, неясность начальных и граничных условий и (часто) дефицит информации. В такой ситуации целесообразно применение методов случайного нахождения решения, например мозгового штурма.

Например. Обычно плодовые деревья стараются вырастить так, чтобы у них была большая крона: чем она больше, тем больше урожай. Однако сразу возникает проблема: широко раскинувшиеся ветви не выдерживают тяжести плодов и ломаются. Чтобы этого не произошло, ставят различные подпорки. Но это, в свою очередь, осложняет доступ к деревьям и почве под ними, подпорки могут повредить кору, да и сама их установка требует немалых затрат времени и материальных ресурсов. Как быть?

Задачи конструирования предполагают создание такой конструкции биологической системы, которая позволяет улучшить требуемый параметр этой системы при заданном принципе ее действия. Зона поиска в этом случае уже, и процесс решения можно начинать с применения системных методов поиска, например построения «дерева целей».

Например. Произрастающим в пустынях растениям приходится добывать воду в буквальном смысле по каплям. Предложите способ, с помощью которого растения пустынь могут собирать влагу из воздуха.

Изобретательские задачи могут быть сформулированы в общем виде следующим образом: «Дана биологическая система для выполнения некоторой функции; эту систему надо усовершенствовать, но при улучшении ее параметра А ухудшается параметр Б. Как быть?»

Эти задачи целесообразно решать с помощью методов логического поиска, например алгоритма изобретательских задач (АРИЗ).

Например. Медвежата плохо видят и не сразу узнают маму, возвращающуюся с охоты. Дождаться, пока она приблизится – опасно, а вдруг это чужой взрослый медведь? Он ведь и обидеть может. Как быть медвежатам?

Исследовательская задача – включает некое явление, которое необходимо объяснить, выявить причины или спрогнозировать результат. Перед учащимся стоит вопрос: «Почему? Как происходит?»

Например. Отправляясь на охоту, медведица оставляет своих медвежат одних. А при ее возвращении медвежата ведут себя очень странно: едва завидев приближающуюся маму, они залезают на тонкие деревца. Почему?

ЛЕКЦИЯ 2

ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)

1. Методы решения задач.
2. Алгоритм решения исследовательских и изобретательских задач.
3. «Вепольный анализ».
4. Системный анализ.

Психологи различают два типа мышления: конвергентное (закрытое, нетворческое) и дивергентное (открытое, творческое). Тип личности с преобладанием конвергентного мышления называют «интеллектуальным», дивергентного – «креативным». Интеллектуал готов решать задачи, даже весьма сложные, но уже кем-то до него поставленные и имеющие известные технологии решения, – так называемые «закрытые задачи». Креатив же способен сам видеть и ставить задачи, стремиться выйти за рамки узко поставленного условия...

Наиболее распространенными методами решения любых проблем, в том числе и биологических, являются мозговой штурм, метод контрольных вопросов, АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач) или ТРИЗ.

1) *Мозговой штурм* – один из первых методов активизации творческого процесса – был изобретен в конце 30-х гг. в США Алексом Осборном. Учтивая, что для хорошего формулирования идей большинство людей не обладают достаточными знаниями, а выдвижение новой смелой идеи сразу же подвергается критике, – это тормозит высказывание таких идей участниками коллективных обсуждений, А. Осборн предложил разделить творческий процесс на два этапа: 1) генерацию идей и 2) их анализ. На этапе генерации участники обсуждения могут высказывать любые идеи, в том числе недостаточно продуманные, ошибочные, шутливые; в это время идет мозговой штурм – придумывание максимального числа новых идей. Основное правило работы на этом этапе – запрет критики. Идеи выдвигаются в течение 5–10 минут (до 1 часа); они протоколируются. На следующем этапе – этапе анализа – рассматривают все без исключения идеи, пытаясь в каждой выявить рациональное зерно и развить его в конкретное решение.

2) *Метод контрольных вопросов*. Это модифицированный мозговой штурм, при котором для облегчения процесса решения задачи применяются контрольные вопросы, направляющие мышление решателей в области воз-

возможных ответов. Ниже приведены контрольные вопросы, предложенные А. Осборном.

Алгоритм метода контрольных вопросов.

1. Прочтите внимательно условие задачи и предложите все возможные ответы.

2. При формулировании решений постарайтесь ответить на следующие вопросы.

– Как по-новому применить систему или ее элементы (тело, вещество, явление, процесс, событие, поле, теоретическое утверждение, в которых возникла проблема)?

– Как упростить систему?

– Как изменить систему?

– Что можно увеличить в системе?

– Что можно уменьшить в системе?

– Что можно заменить?

– Что можно перевернуть наоборот?

– Каковы возможные комбинации элементов системы?

И мозговой штурм, и метод контрольных вопросов предназначены для организации групповой работы учащихся. Но кроме обучения работе в группе, необходимо обучение учащихся индивидуальной работе по решению проблем. Для этой цели рекомендуется использовать анализ и вещественно-полевой анализ. На первом этапе обучения оба эти метода используются в групповой работе.

3) Метод АРИЗа, созданный Г.С. Альтшуллером заключается в том, что решение изобретательской задачи рассматривается как процесс выявления и преодоления биологического противоречия, проявляется во время функционирования биологической системы. При этом предполагается, что развитие биологической системы подчиняется определенным закономерностям. Последние были выявлены в результате анализа большого массива патентной информации.

Г.С. Альтшуллер поставил задачу: «Как без сплошного перебора вариантов выходить сразу на сильные решения проблемы?»

Решить эту задачу помогут принципы, лежащие в основе ТРИЗ:

- **Принцип объективности законов развития систем** – строение, функционирование и смена поколений систем подчиняются объективным законам.

Сильные решения – это решения, соответствующие объективным законам, закономерностям, явлениям, эффектам.

- **Принцип противоречия** – под воздействием внешних и внутренних факторов возникают, обостряются и разрешаются противоречия. Проблема трудна потому, что существует система противоречий скрытых или явных. Системы эволюционируют, преодолевая противоречия на основе объективных законов, закономерностей, явлений и эффектов.

Сильные решения – это решения, преодолевающие противоречия.

- **Принцип конкретности** – каждый класс систем, как и отдельные представители внутри этого класса, имеют конкретные особенности, облегчающие или затрудняющие изменение конкретной системы. Эти особенности определяются ресурсами: внутренними – теми, на которых строится система, и внешними – той средой и ситуацией, в которой находится система.

Сильные решения – это решения, учитывающие конкретные особенности конкретных систем, а так же индивидуальные особенности, связанные с личностью конкретного человека, решающего проблему.

Итак: методология решения проблем строится на основе изучаемых ТРИЗ общих законов эволюции, общих принципов разрешения противоречий и механизмов решения конкретных практических проблем.

ТРИЗ включает в себя:

- Механизмы преобразования проблемы и образ будущего решения.
- Механизмы подавления психологической инерции, препятствующей поиску решений (неординарные решения трудно находить без преодоления наших неустойчивых представлений и стереотипов).
- Обширный информационный фонд – концентрированный опыт решения проблем.

Под **творческой задачей** в системе ТРИЗ понимается проблема:

- с нечетко заданными условиями;
- содержащая некое противоречие;
- допускающая не одно решение, а серию ответов, часто взаимосвязанных.

Инструментарий ТРИЗ: Противоречие, ИКР (идеальный конечный результат), Ресурсы.

Решение творческих задач по биологии и экологии имеет общие механизмы. АРИЗ состоит из нескольких частей, распределенных на шаги, которые выполняются по определенным правилам.

Алгоритм решения исследовательских и изобретательских задач:

1) Выявления учащимися **типа задачи**.

Исследовательская задача – это когда происходит некоторое явление, и Решателю необходимо объяснить его, выявить причины или спрогнозировать результат. Перед Решателем стоит вопрос «Почему? Как происходит?».

Чтобы легче решить исследовательскую задачу, сформулируйте ее как изобретательскую. Задайте себе вопрос: «Как сделать, чтобы происходило именно это явление?»

***Исследовательская задача:** Отправляясь на охоту, медведица оставляет своих медвежат одних. А при ее возвращении медвежата ведут себя очень странно: едва завидев приближающуюся маму, они залезают на тонкие деревья. Почему?*

Изобретательская задача: Медвежата плохо видят и не сразу узнают маму, возвращающуюся с охоты. Дождаться, пока она приблизится – опасно, а вдруг это чужой взрослый медведь? Он ведь и обидеть может. Как быть медвежатам?

Ответ: Медвежата плохо видят и не сразу узнают маму. А дожидаться, пока чужой медведь приблизится, опасно. Поэтому они залезают на тонкие деревца, куда взрослому медведю влезть не под силу.

2) Формулировка учащимися **Противоречия**. Формулирование Противоречия помогает лучше понять корень проблемы и найти ее точное решение.

Первая часть алгоритма предназначена для конкретной задачи, так как любая проблемная ситуация может служить источником целого ряда задач; в последующих частях проблемная ситуация анализируется и строится корректная модель задачи, выявляются биологические противоречия, лежащие в основе задачи. Изобретательская задача – это когда есть цель, которую Решателю требуется достигнуть, или есть проблема, которую нужно преодолеть, причем очевидные решения в данных условиях неприменимы. Перед Решателем возникает вопрос: «Как быть?».

Как формулировать противоречие

«Данная часть системы должна обладать свойством «А», чтобы выполнять нужную функцию, и свойством «не А», чтобы удовлетворять существующим ограничениям и требованиям».

Или по-другому.

«Должно выполняться действие «А», чтобы задача была решена, и должно выполняться (выполняется) действие «не А», потому что такова реальность».

Способы разрешения противоречий

При решении задачи обязательно нужно выполнить два требования (условия), а не одно!

Противоречия могут разрешаться во времени, пространстве (в т.ч. структуре), в воздействиях.

Разрешение противоречий во времени

«В интервале времени T_1 рассматриваемая система обладает свойством «А», а в интервале времени T_2 – свойством «не А».

Пример

Противоречие. Сумчатой кунице «сумка» нужна, чтобы носить в ней детенышей, и не нужна, потому что мешает, когда детеныши подросли.

Разрешение противоречия. Пока сумчатой кунице не пришло время рожать, сумки у нее нет. Когда приближается пора размножения, у нее отрастает сумка емкостью в шесть детенышей.

Разрешение противоречий в пространстве/структуре

«Одна часть системы (или система в целом) обладает свойством «А», а другая часть (части) – свойством «не А».

Пример

Рыба, обитающая в южноафриканских водах, охотится за насекомыми, летающими у поверхности воды. Однако, высматривая насекомых в воздухе, рыба сама может стать легкой добычей для хищников.

Противоречие. Глаз рыбы должен быть приспособлен для воздушной среды, чтобы хорошо видеть добычу (насекомых), и для воды – чтобы видеть хищников.

Разрешение противоречия. Рыба-четыреглазка имеет в каждом глазу по два зрачка. Она выставляет половину своего глаза наружу и смотрит, что делается над поверхностью, а нижняя часть глаза в это время наблюдает, что делается под водой. К тому же сетчатка глаза разделена на две части – рыба видит не отдельную картинку, а общую.

Разрешение противоречий в воздействии

«При Воздействии 1 система обладает свойством «А», а при Воздействии 2 – свойством «не А».

Пример

Геологи, ведущие исследования на Аляске, жаловались на лис, которые перегрызали кабели, идущие от измерительных приборов.

Противоречие. Лисы не должны грызть провода, т.к. этим наносят ущерб людям, и лисы грызут провода (наверное, вкусно).

Разрешение противоречия. В оболочку проводов вводится кайенский перец, самый жгучий из известных сортов. И нападения лис сразу же прекращаются.

Формулировка противоречия –наполовину решенная задача!!!

3. Идеальный конечный результат (ИКР)

Решать задачу проще, если заранее знаешь ответ. Но когда ответа нет, надо представить себе идеальный образ решения, или Идеальный конечный результат (ИКР), т.е. ситуацию, когда нужное действие получается без каких-либо затрат (потерь), усложнений и нежелательных эффектов.

Пример

При выплавке чугуна в домнах образуется шлак – смесь расплавленных окислов магния, кальция и т.д. Шлак, раскаленный до 1000°C, сливают в большие, размером с комнату, ковши и на железнодорожных платформах отвозят на переработку.

Но пока везут шлак в открытых ковшах, его поверхность охлаждается и возникает твердая корка. Так не только теряется часть сырья, но и значительно затрудняется слив шлака. На заводе, чтобы слить шлак, пробивали корку специальным устройством. Но дырявая корка все равно задерживала часть шлаков, да и удалять ее трудоемко.

Если сделать теплоизоляционную крышку для ковша, она будет слишком тяжелой. Надевать и снимать ее придется подъемным краном.

Как быть? Идеальной была бы крышка, которой нет, а функция ее (изолировать шлак от воздуха) выполняется.

ИКР. Шлак сам защищает себя от холодного воздуха. М. Шарапов предложил вспенивать поверхность шлака в ковше. При этом застывшая пена образует термоизоляционный слой (крышку), который легко разрушается жидким шлаком при сливе его из ковша.

Как формулировать ИКР при решении задачи

Обычно используют три основные формулировки ИКР:

«Система сама выполняет данную функцию».

«Системы нет, а функции ее выполняются (с помощью ресурсов)».

«Функция не нужна».

Пример

ИКР. Оберегать предметы от краж не надо.

Постояльцы германских гостиниц тянут все, что не «прибито гвоздями» – от дорогой пепельницы до мешочков с ароматной травой и пульта от телевизора. Но менеджеры гостиниц не слишком огорчены этим. Во-первых, все расходы уже включены в цену номеров. Во-вторых, на все предметы нанесена эмблема отеля, так что их похищение – дополнительная реклама гостиницы. Ведь украденное зачастую проходит через несколько рук.

4. Выявите ресурсы

Ресурсы – это все, что может быть полезно при решении задачи. Желательно использовать те ресурсы, которые уже присутствуют в проблемной ситуации, а также «дешевые» ресурсы, на получение и использование которых затраты низки.

Новичкам, работая над задачей, полезно выписывать ресурсы на лист. Глядя на них, легче искать решение.

Пример

На элеватор партиями привозят зерно. Необходимо определить его качество, в том числе обнаружить, не завелась ли в зернах вредная личинка-зерноедка, пожирающая зернышко изнутри. Для обнаружения личинок брали на пробу сто зерен, каждое раскалывали и рассматривали под микроскопом... Это слишком медленно и недешево: несколько лаборанток целыми днями смотрели в микроскоп. Нужна идея попроще. И тут сообразили, что личинка, жующая зерно, издает звуки (звук – ресурс системы). Оставалось только подвинуть чувствительный микрофон к кучке зерна, и можно услышать в динамике скрежет челюстей вредителя.

Какие бывают ресурсы?

1. Человеческие (сами люди, а также их стереотипы, мотивация, каналы восприятия: зрение, слух, обоняние, осязание).

2. Материально-вещественные (вещества, предметы, товары, деньги, оборудование и т.д.).

3. Информационные (каналы и носители информации).

4. Ресурсы времени.
5. Ресурсы пространства (площадь, объем и т.д.).
6. Энергетические ресурсы и поля (тепловая, электрическая, электромагнитная, атомная энергия, звуковые сигналы и т.д.).
7. Другие ресурсы (события прошлого, имидж, культура и др.)

Пример

Автомобиль с контейнером должен проехать под аркой моста, но контейнер оказался буквально на сантиметр выше нижней балки. Решение задачи в использовании пространственного ресурса. Ведь в шинах находится воздух, а это почти «свободное пространство». Частично выпустили воздух из шин, и автомобиль свободно проехал под мостом.

И еще одна важная хитрость. Мы знаем, что свойства веществ под неким воздействием могут меняться. Например, железо в магнитном поле само становится магнитом, вода от холода становится льдом, а шелк начинает светиться под ультрафиолетовым излучением. Иногда в системе нет ресурса с нужным свойством, но мы можем его получить, изменив имеющиеся вещества, систему или ее части.

Как использовать ресурсы (последовательность действий)

1. Сформулируйте задачу.
2. Определите, какие ресурсы нужны и в каких количествах.
3. Просмотрите ресурсы. Сначала уже имеющиеся в системе, потом те, которых в самой системе нет, но можно легко и дешево получить. И в последнюю очередь – редкие, дорогие, «трудоемкие» ресурсы.
4. Оцените ресурс. Каков будет эффект от его использования? Каковы затраты на использование или добычу (приобретение) этого ресурса?
5. Определите, каким образом применить ресурс.

Пример

Задача. Продуктовой фирме нужно выпустить новые марки продуктов питания, которые быстро бы набрали популярность и соответственно объемы продаж.

Нужно нечто известное, популярное, актуальное для людей: имя, событие и т.д.

Скоро юбилей А.С. Пушкина, который решено отметить довольно помпезно.

Ресурс хороший: бесплатный, авторскими правами не защищен.

Решение. «Красный Октябрь» выпустил серию сладостей «Ай да Пушкин!». Торговый дом «Смирновъ» спустя сто лет возобновил производство водки «Пушкин». Масса других компаний наладила выпуск сухарей, кетчупа, тортов и другой снэди под аналогичными марками.

Особенно интересен с точки зрения преподавания экологии и биологии раздел АРИЗа «**вепольный анализ**». Термин «веполь» образован от слов «вещество» и «поле»; он обозначает простейшую систему, которая в соответствии с концепцией Г.С. Альтшуллера состоит из трех элементов:

вещества В 1, которое должно быть подвергнуто изменению (изделие), вещества В 2, осуществляющего необходимое действие, и поля П, которое обеспечивает взаимодействие В1 и В 2. Проблема возникает в случаях, если:

- 1) Не удастся организовать само взаимодействие;
- 2) Взаимодействие недостаточно эффективно;
- 3) Возникают отрицательные параллельные действия или само взаимодействие приносит больше вреда, чем пользы.

4) Для организации взаимодействия, повышения его эффективности и устранения вредного действия вепольный анализ предлагает специальные приемы, получившие название «стандарты». Почему стандарты? Потому что в процессе анализа патентного фонда Альтшуллер выявил типовые решения технических проблем, которые он назвал стандартными решениями или стандартами. Затем он разделил проблемы на группы и для каждой группы составил описание стандартов. Дополнительно к стандартам Генрих Саулович и его участники составили информационные фонды – сборники физических, химических, геометрических и биологических явлений и процессов, с помощью которых возможно получение эффективных решений. Эти сборники получили название «информационный фонд эффектов». Таким образом, решение любой технической проблемы с помощью вепольного анализа осуществляется в следующей последовательности.

Алгоритм метода вепольного анализа

Составляется схема взаимодействия.

Определяется действие, которое необходимо выполнить (организовать или усилить взаимодействие, разрушить отрицательное действие).

Определяется стандарт с помощью которого это можно сделать.

Из информационного фонда выбираются возможные явления или процессы для формулирования решений.

Вепольный анализ не заменяет творческий процесс и не дает готового результата – решения, он является лишь вспомогательным средством для усиления мыслительной деятельности решателя и экономит время для поиска решений. Если говорить без ложной скромности, то гениальность автора вепольного анализа в том и состояла, что опыт изобретателей по решению технических проблем он преобразовал в относительно несложный метод, которым может пользоваться любой человек при создании новых изобретений.

Однако мы будем использовать очень упрощенный вариант вепольного анализа, достаточный для решения биологических проблем в школе.

Например. Известно, что в пещерных водоемах обитают слепые рыбы. Как ориентируются слепые рыбы в таких условиях?

1. Составляется схема взаимодействия по условию проблемы.

Слепые рыбы – среда водоема

Варианты стрелок между взаимодействующими элементами:

– сплошная стрелка – положительное взаимодействие;

- пунктирная стрелка – неопределенное взаимодействие;
- волнистая стрелка – отрицательное взаимодействие.

Над стрелкой указывается явление или процесс взаимодействия, если об этом говорится в условии проблемы. Если процесс неизвестен, то над стрелкой ставим вопросительный знак.

В данной модели над стрелкой мы укажем вопросительный знак, ибо процесс взаимодействия нам неизвестен.

2. Составляется подробное описание структурных ресурсов взаимодействующих элементов и оцениваются возможности каждого из них в организации взаимодействия. Это необходимо для того, чтобы помочь ученикам более детально увидеть потенциальные возможности каждого элемента в организации взаимодействия.

Ресурсы рыбы: чешуя, слизь, кожа, мышцы, скелет, системы органов полости тела, органы чувств.

Среда водоема: вода, каменистое дно, течения, температура и химический состав воды, электромагнитные поля.

Рассматриваются возможности каждого элемента для ориентации рыб и составляются гипотезы.

Составляются гипотезы, учитывающие особенности жизнедеятельности организмов и ресурсов среды, в которых они обитают. Для облегчения составления гипотез на данном этапе рекомендуется использовать материалы из таблицы «Природные явления и процессы».

Таблица 2 – Природные явления и процессы

Группы процессов	Примеры
Механические	Движение тел и веществ, извержение, изменение размеров и формы тел, удары, трение, вращение, давление, колебания, упругость, притяжение Земли, сила тяжести
Акустические	Звуки, шум, музыка, песня, ультразвук, инфразвук
Тепловые	Нагревание, охлаждение, оттаивание, кипение, испарение, конденсация
Химические	Изменение цвета, запаха, вкуса; кислотные дожди; повышение солености; выпадение осадков; образование кристаллов; использование: лекарств, антибиотиков, ядов, ферментов, гормонов, жира, антител, соков, смол, антифризов, питательных веществ, выделений, пены, воска, растворителей; применение удобрений и ядохимикатов
Электрические	Образование, передача, накопление разрядов и тока
Магнитные	Магнитное поле Земли, притяжение, отталкивание с помощью магнита, намагничивание, размагничивание
Оптические	Освещение, затемнение, отражение света, свечение, ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, рентгеновское излучение
Биологические	Питание, дыхание, транспорт веществ, выделение, размножение, рост, образование новых органов, ориентация, фотосинтез, листопад, миграции

Понятно, что в таблице представлены далеко не все явления и процессы, происходящие в природе, поэтому по мере работы с проблемами и источниками информации таблица постоянно дополняется самими учащимися и учителем.

Сведения в таблице не представляют собой прямые ответы. Это лишь основа для размышлений и составления гипотез. Размышляя, можно предложить следующие гипотезы.

Рыбы могут ориентироваться следующими способами: по разнице температур в слоях воды; по особенностям запаха; по солевому составу среды; по колебаниям воды; по электрическим разрядам (полям); по звуковым колебаниям; по изменениям магнитного поля Земли.

Таким образом, вепольный анализ позволяет максимально подробно проанализировать возможности структурных и функциональных ресурсов взаимодействующих элементов для поиска гипотез – вариантов ответов.

Решение подобных комплексных задач, когда последовательно используются все стратегии поиска нужного пути, позволяет развивать разные стороны мышления: и фантазию, и анализ, и системность, и логичность мышления, в силу чего они и полезны учащимся; в том числе и закрепления, усвоения пройденного учебного материала. В этом случае целесообразно предлагать задачи на применение вепольных преобразований с использованием изучаемых эффектов. Например, при изучении темы «Внутреннее строение млекопитающих» можно предложить учащимся следующую задачу:

В горах, если собаки-спасатели находят замерзшего, то две из них ложатся по бокам потерпевшего, а остальные стремглав несутся к людям и ведут их к найденному путнику. Если собаки находят человека, засыпанного лавиной, то пытаются оторвать, освободить его, если же это не удается, то вызывают на помощь людей. Своей мировой славой сенбернары обязаны, прежде всего, собаке Барри, которая спасла 40 человек. Как собаки находят людей?

К эвристическим приемам относятся также и методы развития творческого воображения, например варьирование масштабов (пространственных и временных) различных биологических процессов. Для более широкого использования в преподавании экологии этих приемов необходимо формулирование соответствующих проблемных задач на основе историко-научной литературы, современных научных и научно-популярных изданий, патентной литературы.

В одной из своих работ Ю.Г. Тамберг сказал: «Если человек умеет хорошо решать задачи, значит, он хорошо мыслит». Учить мыслить нестандартно, преодолевать шаблонность ума, управлять процессом мышления трудно, но интересно.

В школе и ВУЗе учащиеся и студенты сталкиваются в основном с «закрытыми» задачами, на производстве и в быту – с «открытыми».

Системный анализ

Системный анализ – это метод решения экологических задач, путем анализа структуры и функций системы, связей между ее элементами и с другими системами. Системный анализ как метод решения творческих задач был разработан Р. Винером, У. Эшби, В. Богдановым и М. Берталанфи. Решение творческой задачи с помощью системного анализа выполняется по следующему алгоритму.

Алгоритм системного анализа.

1. Составьте схему системы по условию задачи, на которой укажите взаимосвязи между ее элементами и с другими системами.
2. Определите элемент, в котором возникла проблема (изменяемый элемент).
3. Предложите изменения в этом элементе для решения проблемы.
4. Измените связи данного элемента с другими элементами системы или эти элементы, используйте элементы других систем для решения проблемы.

Задача. В природе часто корни растений переплетаются. Какую пользу это может принести растениям?

Решение задачи. 1. Составьте схему природной системы по условию задачи. Природная система состоит из элементов: почва, корни, стебли

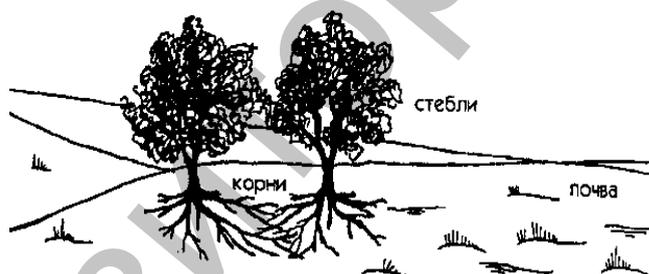


Схема природной системы по условию

2. Внесите в схему дополнительные элементы: абиотические, биотические, антропогенные, фактор времени.



Дополненная схема природной системы

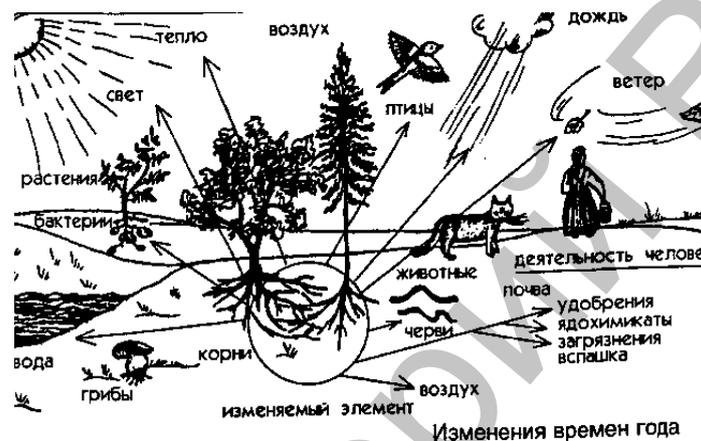
3. Определите изменяемый элемент – то, что изменяется по условию задачи.

4. Определите внутренние возможности изменяемого элемента для поиска ответов.

Внутренние возможности корней:

- выделение соков, лекарственных веществ, воды, воздуха;
- взаимное поддерживание.

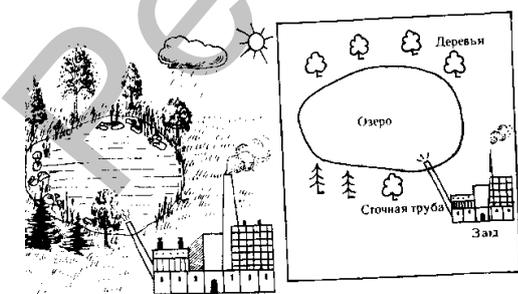
5. Укажите стрелками на схеме возможные связи изменяемого элемента с другими элементами природной системы, которые могли быть причиной изменений, и составьте ответы.



Изменения времен года
Связи изменяемого элемента с другими элементами природной системы.

Ответы по связям изменяемого элемента:

- увеличение поглощения дождевой воды и воды из почвы;
- обмен веществ с другими растениями;
- наклон стебля к свету и теплу;
- защита от ветра;
- защита от насекомых;
- поглощение удобрений;
- защита от ядохимикатов и загрязнений;
- взаимолечение;
- передача и накопление воздуха.



Задача. Какие изменения могут произойти в экосистеме озера, если на его берегу построили металлургический завод?

Решение задачи. 1. Нарисуйте схему экосистемы, на которой укажите элементы по условию задачи.



Изменяемый элемент – озеро

Определите изменяемый элемент экосистемы.

2. Дополните схему путем внесения в нее элементов неживой природы: температура, влажность, ветер, прозрачность, цвет, запах, вкус и др.; живой природы: растения, животные, грибы; элементов деятельности человека: газообразные, жидкие, твердые загрязнения, вытаптывание, шум, нагревание, затенение и др.

3. Укажите стрелками на схеме влияние элементов экосистемы на изменяемый элемент - озеро, и придумайте как можно больше ответов на задачу.



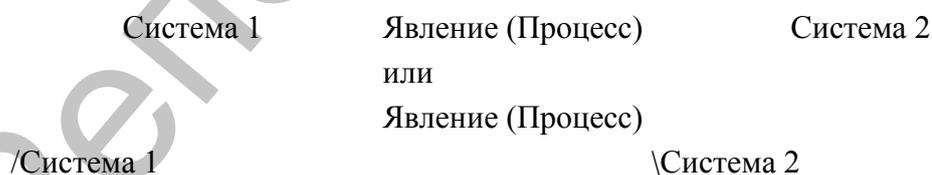
Ответы по связям изменяемого элемента:

- 1) уменьшится количество рыбы и растений в озере;
- 2) изменится запах, цвет и прозрачность воды;
- 3) повысится температура воздуха и воды;
- 4) увеличится частота кислотных дождей;
- 5) усилится вытаптывание прибрежного леса;
- 6) повысится загрязненность леса мусором.

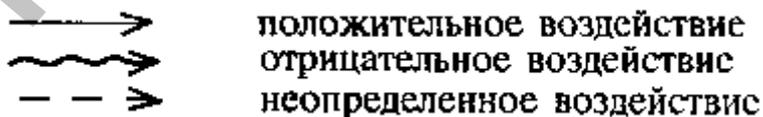
Анализ явлений и процессов

Если в условии задачи говорится о проблеме, возникающей при взаимодействии систем, то ее решение лучше выполнять с помощью *правил анализа явлений, событий и процессов*.

Минимальная модель взаимодействия систем имеет следующий вид:



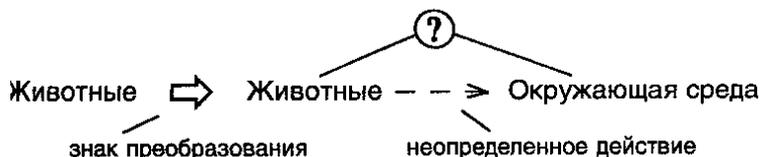
Условные обозначения:



Правила преобразования моделей взаимодействий

1. Если по условию задачи имеется один элемент и необходимо дополнить модель взаимодействия до полной, то вторым элементом будет окружающая среда.

Пример. Почему мигрируют некоторые животные в течение лета?



По условию задачи известен один элемент из взаимодействующей системы.

2. Если по условию задачи явления не указаны, то вместо знака вопроса внесите возможные явления взаимодействия между системами, используя материалы таблицы «Природные явления».

Таблица 3 – Природные тела, вещества и явления

Природные тела и вещества	Природные явления
<p><i>неживые горные породы и минералы:</i> рудные, нерудные, горючие, магматические, метаморфические, осадочные.</p> <p><i>почва:</i> песок, глина, камни, перегной.</p> <p><i>подземные воды:</i> минеральные, пресные, соленые, кислые.</p> <p><i>водоемы:</i> реки, озера, пруды, моря, океаны, вода.</p> <p><i>ледники:</i> ледяной покров, айсберги, лед.</p> <p><i>воздушные массы:</i> циклоны и антициклоны, воздух.</p> <p><i>материки, полуострова, острова, атолл:</i> горы, равнины, низменности.</p> <p><i>вулканы:</i> бомбы, лава, пепел, газы.</p> <p><i>гейзеры:</i> пар, вода, соли.</p> <p><i>космические тела:</i> планеты, звезды, созвездия, галактики, астероиды, кометы, метеориты, пыль.</p> <p><i>живые бактерии:</i> сапрофиты, паразиты, почвенные, клубеньковые, молочные, болезнетворные.</p> <p><i>грибы:</i> съедобные, ядовитые, шляпочные, одноклеточные.</p> <p><i>лишайники:</i> кустистые, листовые, накипные.</p> <p><i>растения:</i> деревья, кустарники, травянистые, водоросли, мхи, папоротники, хвойные, цветковые.</p>	<p><i>тепловые:</i> нагревание, охлаждение, оттаивание, кипение, испарение, конденсация.</p> <p><i>химические:</i> изменение цвета, запаха, вкуса, кислотные дожди, повышение солености, выпадение осадка, образование кристаллов, использование: лекарств, антибиотиков, ядов, ферментов, гормонов, жира, антител, соков, смол, антифризов, питательных веществ, выделений, пены, воска, растворителей, применение удобрений и ядохимикатов, радиоактивное излучение.</p> <p><i>электрические:</i> образование, передача, накопление, разрядов и тока.</p> <p><i>магнитные:</i> магнитное поле земли, притяжение, отталкивание с помощью магнита, намагничивание, размагничивание.</p> <p><i>механические:</i> движение тел и веществ, извержение, изменение размеров и формы тел, удары, трение, вращение, давление, колебания, упругость, притяжение земли, сила тяжести.</p> <p><i>акустические:</i> звуки, шум, музыка, песня, ультразвук, инфразвук.</p> <p><i>оптические:</i> освещение, затемнение, отражение света, свечение, ультрафиоле-</p>

животные: одноклеточные, кишечнополостные, черви, моллюски, раки, пауки, насекомые, рыбы, амфибии, рептилии, птицы, звери.

экосистемы: луга, леса, болота, водоемы, природные комплексы, природные зоны (тундра, тайга, смешанный лес, субтропический лес, тропический лес, пустыня, полупустыня)

агросистемы: огороды, сады, парки, лесополосы, оросительные поля, водохранилища, санитарные леса, поселки, города, агломерации.

деятельность человека в природе.

положительная: изучение природы, принятие законов об охране природы, создание заказников, заповедников, национальных парков, регулирование охоты, рыболовства, минимальное использование растений, животных и полезных ископаемых, восстановление природных тел и веществ, защита от загрязнений и разрушений.

отрицательная: загрязнение, разрушение, вырубка лесов, осушение рек и болот, вытаптывание, застройка природных территорий, строительство линий электропередач, браконьерство, изменение природных территорий.

товое и инфракрасное излучения, рентгеновское излучение.

биологические: питание, дыхание, транспорт веществ, выделение, размножение, рост, образование новых органов, ориентация, фотосинтез, листопад, миграции.

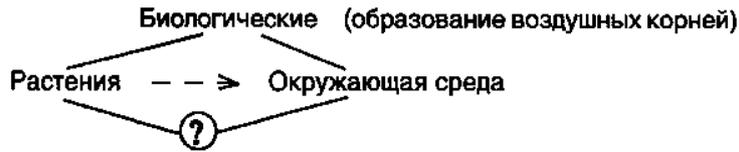
3. Если необходимо разрушить отрицательное взаимодействие между системами или усилить положительное, то внесите в модель взаимодействий природные явления из таблицы, с помощью которых это можно сделать.

Пример. Какими способами растения могут защищаться от ядохимикатов?



Для решения задачи из таблицы выбираем явления, с помощью которых растения могут защищаться от ядохимикатов, и записываем их как ответы.

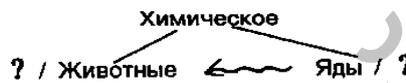
Пример. Известно, что при недостатке влаги в почве растения могут образовывать воздушные корни. Какими еще способами растения могут получать влагу?



Для оформления ответов выбираем явления из таблицы.

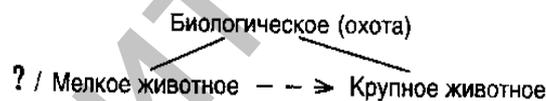
4. Если необходимо разрушить отрицательное взаимодействие между системами или усилить положительное, можно разложить одну (несколько) из взаимодействующих систем на элементы или объединить с другой системой.

Пример. Как животные могут защищаться от ядов, которые сами вырабатывают?



Для поиска ответов необходимо придумать (с помощью таблицы, учебников), какие процессы, ткани и органы защищают животное от собственного яда, с чем можно объединить или как разложить собственный яд, чтобы он не отравлял.

Пример. Какими способами мелкие животные могут охотиться на крупных животных?



Ответы нужно искать, объединяя мелкое животное с ... Придумайте, с кем и чем.

Задача. При добыче асбеста в карьерах поднимается асбестовая пыль, которая вредна для здоровья рабочих. Применение респираторов дает лишь частичное решение проблемы – респираторы быстро забиваются пылью, их приходится часто менять. В результате рабочие продолжают работать без респираторов.

Какие решения этой проблемы вы можете предложить?

Решение задачи. 1. Определяем элемент системы, к которому предъявлены противоположные требования и свойство элемента, которое необходимо изменить.

Система – карьер, асбест, рабочие, пыль, машины и механизмы для добычи асбеста. Элемент – асбестовая пыль. Свойство пыли, которое необходимо изменить – вес.

2. Записываем старое требование, которое это свойство выполняло – пыль легкая.

3. Записываем новое требование, которое это свойство должно выполнять – пыль должна быть тяжелой.

4. Записываем противоречие: пыль должна быть легкой, потому что она легкая по своей природе и должна быть тяжелой, чтобы не подниматься в воздух.

5. Формулируем идеальный конечный результат: легкая пыль становится тяжелой и не поднимается в воздух при минимальных изменениях.

6. Решаем противоречие с помощью приемов и формулируем ответы:

1) разделение противоположных требований в пространстве системы – пыль, которая поднимается в месте резки асбеста тяжелая, например за счет поливания водой;

2) разделение времени выполнения противоположных требований – аналогично предыдущему решению;

3) переход к антисистеме – системе противоположной данной по своей структуре или функциям – предварительная обработка породы веществами, препятствующими подъему пыли, например пеной;

4) объединение двух или нескольких систем для выполнения противоположных требований – не имеет смысла;

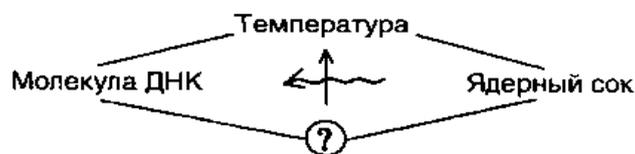
5) выделение из системы элемента, выполняющего противоположное требование и преобразование его в самостоятельную систему – не имеет смысла;

6) изменение агрегатного состояния системы или части внешней среды для выполнения противоположного требования – аналогично предыдущим решениям.

7. Выбираем наилучшие решения, путем сравнения полученных решений с идеальным конечным результатом. Все полученные решения могут быть использованы при добыче асбеста.

Задача. Ученые установили, что молекула ДНК обладает тепловой неустойчивостью – она разрушается уже при температуре 36°C . Почему же в клетках тканей теплокровных животных и человека ДНК не разрушается?

Решение задачи. 1. Составьте модель по условию задачи.



2. Определите изменяемые элементы. Выберите один из них для составления противоречия.

Изменяемые элементы: молекула ДНК и ядерный сок.

Выбираем – молекулу ДНК.

3. Определите признак изменяемого элемента, который необходимо изменить для решения задачи.

Признаки изменений: размеры, форма, прозрачность, цвет, твердость, подвижность, вес, температура, ядовитость, фазовое состояние (твердый, жидкий, газообразный), расстояние, время и другие.

Признак молекулы ДНК — прочность.

4. Определите требование 1 — состояние признака до изменения. Молекула ДНК непрочная.

5. Определите требование 2 — состояние признака в результате изменений (противоположное к требованию 1). Молекула ДНК прочная.

6. Запишите противоречие по форме: изменяемый элемент должен быть (состояние признака до изменения) для того, чтобы (условие) и должен быть (состояние признака после изменений) для того, чтобы (условие)

Противоречие: молекула ДНК должна быть непрочной, потому что она не может противостоять высокой температуре и должна быть прочной, чтобы не произошло гибели организма.

7. Запишите идеальный конечный результат (ИКР) по формуле: оба требования противоречия выполняются при минимальных изменениях изменяемого элемента.

Примечания. Идеальный конечный результат — это модель наилучшего решения задачи. Решить противоречие — это значит сделать так, чтобы в решении оба требования выполнялись.

8. Решение противоречия с помощью приемов.

Примечания. При решении противоречия желательно нарисовать прямоугольник, который будет моделью изменяемого элемента и выполнять все действия при приемах на нем. Приемы решения противоречий не дают конкретных решений, они указывают, что и как нужно сделать. Конкретные решения ученик придумывает сам.

8.1 Разделение противоположных требований в пространстве — по разным участкам изменяемого элемента.

Часть молекулы ДНК прочная, часть непрочная (придумайте с помощью прямоугольника, какие это части).

8.2 Разделение времени действий противоположных требований: в одно время действует одно требование, в другое — противоположное.

В одно время молекула ДНК прочная, в другое — непрочная (в какое время и за счет чего?).

8.3 Объединение двух или нескольких изменяемых элементов для выполнения противоположных требований. Несколько молекул ДНК объединены для ...

8.4 Дробление изменяемого элемента на несколько частей, каждая из которых выполняет одно из требований, а все вместе противоположное. Молекула ДНК дробится на цепи, которые ...

8.5 Переход к антисистеме (изменяемому элементу наоборот по состоянию признака) или объединение изменяемого элемента с антисистемой. Непрочная молекула ДНК становится прочной при условии ...

Непрочная молекула ДНК объединяется с белками, которые не дают ей разрушаться (антисистема).

8.6 Изменение фазового состояния изменяемого элемента или части окружающей среды по линии: твердый а твердо-жидкий а жидкий а пена а газообразный. Молекула ДНК снаружи окружена ...

9. Сравните полученные решения противоречия с ИКР и выберите те из них, которые больше всего сходны с идеальным — они наиболее правильные.

Формулирование проблем

1. Составьте модель по условию задачи.



Проблемы – это затруднения в жизнедеятельности почвенных животных, поэтому вид взаимодействия – отрицательный.

2. С помощью таблицы «Природные явления» определите природные явления, под действием которых возникают проблемы.

Ответы:

- колебания температуры почвы;
- химическое загрязнение почвы;
- механическое загрязнение почвы;
- изменения напряженности магнитного поля в почве и др.

При записи ответов на задачи и формулировке проблем необходимо их максимально конкретизировать.

Развитие систем

Если по условию задачи требуется развитие экологической или технической системы, то ее решение осуществляется по следующему алгоритму.

Алгоритм решения задач на развитие систем.

1. Определяем систему, которую необходимо развивать.
2. Осуществляем развитие системы с помощью закономерностей.
 - 1) изменение структуры расположения элементов в системе;
 - 2) изменение строения одного или нескольких элементов системы;
 - 3) введение одного или нескольких новых элементов в систему;
 - 4) объединение двух или нескольких однородных или разнородных систем;
 - 5) дробление системы на отдельные элементы, часть из которых или все становятся самостоятельными.

3. Выбираем наиболее приемлемые варианты решения задачи с учетом наших потребностей.

Задача. В настоящее время главным направлением в области охраны окружающей среды является сохранение биосферы. Это весьма проблематично, так как технические конструкции и технологии в большинстве своем загрязняют и разрушают природу. Предложите дальнейшее развитие охраны природы.

Решение задачи. 1. Определяем систему, которую необходимо развивать - это охрана природы. 2. Осуществляем развитие системы с помощью закономерностей:

1) изменение структуры расположения элементов в системе – не имеет смысла;

2) изменение строения одного или нескольких элементов – увеличение объема и изменение структуры научных исследований в области природоохранных технических конструкций и технологий производства;

3) введение одного или нескольких новых элементов в систему – создание новых направлений исследований: разработка принципов функционирования автономного технического мира, независимого или мало зависящего от природы; организация исследований в области создания космических поселений людей на других планетах и орбитальных комплексах, подводных цивилизаций;

4) объединение двух или нескольких однородных или разнородных систем – объединение закономерностей охраны природы и принципов производства технических конструкций и технологий для создания принципиально нового технического мира;

5) дробление системы на отдельные элементы, часть из которых или все становятся самостоятельными – применение законов экологии для конструирования экологически безопасной техники.

3. В качестве направлений развития охраны природы пригодны все решения.

Задача. Одна из главных проблем автомобиля – это проблема топлива, которое постепенно, но неуклонно дорожает. Может наступить такой день, когда для многих людей бензин станет недоступен по цене. Предложите возможные направления развития двигателя автомобиля с целью использования более дешевых источников энергии.

Решение задачи. 1. Определяем систему, которую необходимо развивать – двигатель автомобиля. 2. Осуществляем развитие системы с помощью закономерностей: 1) изменение структуры расположения элементов в системе – изменение конструкции двигателя для экономии бензина; 2) изменение строения одного или нескольких элементов – изменение строения отдельных блоков двигателя для использования более дешевых источников энергии, например смесей бензина и солярки, бензина и воды или спирта; 3) введение одного или нескольких новых элементов в систему – введение в двигатель агрегатов позволяющих использовать наряду с бензином водород, спирт, газ; 4) объединение двух или нескольких однород-

ных или разнородных систем – объединение двигателей не имеет смысла; 5) дробление системы на отдельные элементы, часть из которых или все становятся самостоятельными – конструирование новых двигателей по аналогии с бензиновыми, использующих солнечную энергию, газ, спирт, водород.

3. Выбираем наиболее приемлемые варианты решения задачи.

ЛЕКЦИЯ 3

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ ПО ЭКОЛОГИИ

1. Требования к условию открытой учебной задачи

2. Составление задачи

Помните известную детскую задачу-загадку: висит на стене, зеленое и пищит – что это такое? Ответ – селедка! Почему на стене? А моя селедка – куда хочу, туда и вешаю. Почему зеленая? Моя селедка – как хочу, так и крашу! Почему пищит? А я туда пищалку положил... Отдадим должное детскому юмору, но нас в данном случае интересует другое: это – яркий пример задачи с недостаточным условием. Будь решающей даже семи пядей во лбу – никакими рассуждениями самостоятельно на контрольный ответ не выйдет...

Как же построить условие учебной задачи так, чтобы задача была интересна, понятна и принципиально решаемая, независимо от уровня ее сложности? Попробуем не только ответить на этот вопрос, но и научиться несложному искусству сочинять задачи.

Требования к условию открытой учебной задачи:

- достаточность условия;
- корректность вопроса;
- наличие противоречия.

1) Состав задачи

Для синтеза творческой задачи необходима исходная информация. Такая **информация** должна содержать, как минимум:

- Описание предыдущей ситуации;
- Суть возникшей проблемы, претензию, противоречивую ситуацию;
- Ресурсы для решения данной задачи (кроме случаев, когда эти ресурсы очевидны для тех, кому предназначена информация).

2) Предварительная часть

1. Подберите информацию, в которой описано интересное творческое решение. Змеи охотятся на лягушек. Застывшая в неподвижности змея невидима для лягушки – так уж устроено ее зрение, сто лягушка замечает только движущиеся предметы. Итак, змея неподвижна и лягушка ее не ви-

дит. Но так можно до бесконечности лежать и ждать лягушек, которые будут прыгать по своим делам где-то вдалеке. Как привлечь внимание жертвы и сделать так, чтобы она **сама** приблизилась к хищнику? И змея использует свои ресурсы – беспокойно двигающийся раздвоенный язычок, очень напоминающий насекомое. Вот лягушка и загипнотизирована! И сама прыгает навстречу своему врагу. Красивое решение! Сергеев Б.Ф. Жизнь лесных дебрей. – М.: «Молодая гвардия», 1988. – С.169.

3) *Составление текста задачи*

2. Опишите исходную ситуацию для события, изложенного в информации («Было»).

Змеи охотятся на лягушек. Чтобы быть незаметней для жертвы, змея застывает в неподвижности – лягушки видят только движущиеся предметы.

3. Опишите претензию, предъявленную к описанной исходной ситуации.

Итак, змея неподвижна и лягушка ее не видит. Но так можно до бесконечности лежать и ждать лягушек.

4. Опишите суть возникшей проблемы

Примечание 1. Пока не нужно точных формулировок. Просто описание проблемы должно быть понятным.

Змея не видна, но ей нужно привлечь внимание лягушки. Как привлечь внимание жертвы и сделать так, чтобы она **сама** приблизилась к хищнику?

5. Опишите решение проблемы («Стало»)

Примечание 2. Если информация подобрана правильно, то в ней содержится описание решения. Его нужно изложить понятным языком.

Беспокойно двигающийся раздвоенный язычок змеи напоминает насекомое. И лягушка сама прыгает навстречу своему врагу.

6. Какое логическое противоречие (ЛП) устранено этим решением? Запишите формулировку этого ЛП. (Напомним типовую формулировку ЛП: объект должен быть..., чтобы..., и должен быть..., чтобы...)

Змея должна быть неподвижной, чтобы лягушка не заметила ее, и должна двигаться, чтобы привлечь внимание.

7. Какой «инструмент» изменен (введен) для решения этой проблемы?

Инструмент – дробление: часть змеи неподвижна, а какая-то часть двигается и привлекает внимание лягушки.

8. Какое техническое противоречие (ТП) устранено решением задачи? Запишите Формулировку этого ТП. (Напомним типовую формулировку ТП: если..., то..., но...) Если змея будет двигаться, то лягушка увидит ее, но будет удирать. Если змея будет неподвижна, то лягушка не сможет ее увидеть, но и не будет приближаться.

9. Перечислите ресурсы, которые применены при решении проблемы? Запишите их.

Ресурс – подвижная часть змеи, непохожая на целую змею, но похожая на привлекательный для лягушки объект, привлекает внимание лягушки.

10. Составьте план задачи

Примечание 3. В план задачи должны входить результаты работы по пунктам 2, 3, 4, 9.

Проверьте еще раз, содержит ли информация все элементы раздела «Состав задачи»

Нужно, чтобы жертва не заметила хищника. Для этого змея должна быть неподвижна. Но одновременно нужно чем-то движущимся заинтересовать лягушку, чтобы она сама приблизилась к хищнику. Как это сделать?

11. Персонифицируйте задачу

Примечание 4. Привлекательная информация относится не к событиям или объектам, а к животному или человеку. Не язычок змеи должен двигаться или нет, а змея должна охотиться и решать свои проблемы.

Задачу можно построить на бытующем заблуждении о гипнотическом взгляде змеи.

12. Составьте сюжет задачи

Примечание 5. Хорошая учебная информация должна быть настоящим литературным произведением. С напряженным сюжетом, с подходящей лексикой, с образным языком.

Охота змеи на лягушку очень похожа на мистику: лягушка, заметив змею, вдруг прыгает прямо навстречу своему врагу. Почему лягушка так странно себя ведет?

Ответ: Лягушка видит только движущиеся предметы, так сто неподвижная змея для нее незаметна. Но ее внимание привлекает беспокойно двигающийся язык хищника! Принимая его за насекомое, лягушка сама прыгает навстречу змее.

4) Проверка текста задачи

13. Проверьте задачу на группе слушателей, учеников, коллег

14. Составьте список промахов

Примечание 6. Список промахов включает в себя все, что было непонятно или неправильно понято слушателями. Нельзя при этом разъяснять слушателям, что именно вы хотели сказать в задаче. Не важно, что вы хотели, важно то, что другие люди увидели в вашей задаче.

Повторяющихся претензий было две: предполагали, что лягушка не видит змею и прыгает в ее сторону случайно; кроме того, высказывалось предположение, что змея гипнотизирует лягушку взглядом или раскачивающимися движениями тела.

15. Классифицируйте промахи

Примечание 7. Чаще всего встречаются следующие типы промахов:

а) отсутствует механизм решения (или слабый механизм решения) данного типа задач;

б) информация плохо сформулирована – нет нужных данных, нечеткое описание, избыток несущественных деталей, излишне образный язык;

в) отсутствуют нужные знания у многих слушателей (или наличие массового искаженного стереотипа, вроде гипнотизирующего взгляда змеи);

г) случайное понимание.

Причина а) требует дополнительных исследований; причины б) и в) – переформулировки задачи; причину г) можно временно не принимать во внимание (если только она не начнет слишком часто повторяться).

Промахов типа а) нет – информация достаточно типичная. Предложенный вариант о случайном прыжке в сторону змеи сам по себе вполне возможен, но хуже контрольного, т.к. не раскрывает механизм охоты змеи. А гипноз жертвы – типичный искаженный стереотип.

16. Устраните в тексте причины промахов. Кто хотя бы раз наблюдал за охотой змеи на лягушку, убежден, что змеи гипнотизируют жертву своими немигающими глазами. Вот какую мистическую картину можно увидеть: лягушка, заметив змею, застывает в неподвижности и вдруг прыгает прямо навстречу своему врагу. Почему лягушка так странно себя ведет?

17. Проверьте новую версию задачи на слушателях, учениках, коллегах.

Примечание 8. При необходимости пункты 14–18 повторяются несколько раз до полной работоспособности задачи.

Теперь мы знаем, каким требованиям должно удовлетворять условие учебной задачи. Остается немного потренироваться, чтобы уверенно составлять задачи самостоятельно. Прежде всего ответим себе на вопрос – откуда берутся учебные задачи? Ответ: задачу можно сделать почти из любого интересного факта.

ЛЕКЦИЯ 4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЭКОЛОГИИ

1. Энергия в экосистемах

2. Экономическая эффективность средозащитных затрат

1. Энергия в экосистемах

Только часть солнечной энергии, проникающей во внешние слои атмосферы, достигает поверхности Земли. Энергия излучения улавливается автотрофами в результате процесса фотосинтеза и запасается в клетках. Этот первичный поток энергии переносится на другие трофические уровни, и энергия аккумулируется в различных компонентах экосистемы, где создается продукция. В соответствии с этим выделяют несколько типов продуктивности: валовая и чистая первичная продукция, вторичная продукция, чистая продуктивность сообщества.

Конверсия (превращение) энергии никогда не достигает 100% эффективности. Некоторое количество энергии всегда рассеивается в виде тепла во время переноса. Так, эффективность использования растениями лучистой энергии в наземных экосистемах, выраженная как отношение валового фотосинтеза к падающему свету, обычно равна 1–5%, к поглощенному свету – 2–10%. Эффективность переноса энергии с уровня на уровень обычно лежит в пределах 10–20% в зависимости от конкретного организма, стадии его жизненного цикла и типа экосистемы.

Экологическая эффективность включает все аспекты, связанные с влиянием производства на окружающую среду и характеризует степень увеличения производства экологически чистой продукции в соотношении с обоснованными затратами средств.

Отношение величин потоков энергии (состояние биоценотического процесса) в разных точках пищевой цепи, выраженное в %, обычно называют *экологической эффективностью*. Приведем обозначения разных типов эффективности.

Таблица 4 – Различные типы экологической эффективности (Одум, 1975)

Отношения между трофическими уровнями	
$A1 = \frac{It}{It - 1}$, где I – поступление энергии, t – трофический уровень, t-1 – предыдущий трофический уровень	Эффективность поглощения энергии трофическим уровнем (или эффективность Линдемана). Для первого уровня это – отношение ВПП к падающему свету
$A2 = \frac{At}{At - 1}$, где A – ассимиляция	Эффективность ассимиляции на трофическом уровне
$A3 = \frac{Pt}{At - 1}$, или $A3 = \frac{Pt}{Pt - 1}$, где P – продукция биомассы	Эффективность продукции на трофическом уровне
$A4 = \frac{It}{Pt - 1}$, или $A4 = \frac{At}{Pt - 1}$	Эффективность использования продукции
Отношения внутри трофического уровня	
$\frac{Pt}{At}$	Эффективность роста тканей
$\frac{Pt}{It}$	Экономическая эффективность
$\frac{At}{It}$	Эффективность ассимиляции

Внутри трофического уровня эффективность ассимиляции и роста обычно имеют порядок 10-50%, но могут быть и больше. В природе у животных часто существует обратная зависимость между эффективностью роста тканей и эффективностью ассимиляции.

2. Экономическая эффективность средозащитных затрат.

Определение общей эффективности природоохранных издержек необходимо для оценки фактической результативности проводимых мероприятий с целью достижения нормального качества окружающей среды, а также для экономического стимулирования повышения эффективности средозащитной деятельности.

Общая экономическая эффективность затрат экологического характера рассчитывается как отношение эк. эффекта к сумме вызвавших этот эффект приведенных или совокупных затрат:

$$\mathcal{E} = \frac{P}{Z} \quad (1)$$

Экономический эффект P или результат природоохранных затрат представляет собой предотвращенный эффект и дополнительный доход от улучшения производственной деятельности субъектов хозяйствования в течение года в условиях лучшей экологической обстановки.

Представив приведенные к годовой размерности совокупные затраты (3) в виде суммы их составляющих, имеем:

$$\mathcal{E}_y = P/(C+K/T), \text{ или } \mathcal{E}_y = P/(C+E_n * K), \text{ где}$$

C – текущие затраты,

K – капитальные вложения,

T – срок окупаемости капитальных вложений,

E_n – норматив эффективности капитальных вложений, используемый для приведения капитальных вложений к годовой размерности, являющийся величиной обратной сроку окупаемости капитальных вложений:
 $E_n = 1/T$

При среднем сроке окупаемости по народному хозяйству, равном 8,3 года, норматив эффективности капитальных затрат E_n устанавливается в размере 0,12.

Примером применения показателей сравнительной эффективности для обоснования природоохранных затрат является выбор предпочтительного варианта из некоего ряда вариантов мероприятий, обеспечивающих достижение определенного природоохранного результата, которому соответствует конкретное значение полного годового экономического эффекта (\mathcal{E}). Максимальное значение общей экономической эффективности природоохранных затрат (\mathcal{E}_y) при определенном значении числителя отвечает минимальному значению знаменателя. Поэтому предпочтение следует отдавать варианту с наименьшей величиной приведенных к годовой размерности совокупных природоохранных затрат (S).

Эффективность капитальных вложений (E_g) в природоохранные мероприятия рассчитывается как отношение разности ежегодного эк. эффекта (P) и годовых эксплуатационных затрат (C) к величине капиталовложений (K):

$$E_g = \frac{P - C}{K} \quad (2)$$

Полученный результат нужно сравнить с E_n – нормативным показателем окупаемости капитальных вложений. Если $E_g > E_n$, то рассматриваемые направления использования капитальных затрат считаются эффективными. E_g – расчетный показатель эффективности капитальных вложений.

Экономическая оценка земель (1га) (Oэ) по методике С.Г. Струмилина определяется произведением средней по стране стоимости освоения 1 га земель (K) и отношения частных урожайности (Y) к текущим затратам (T) на производство земледельческого продукта на оцениваемом участке в среднем по стране

$$O_z = k(Y/T: \bar{Y}/\bar{T}) \quad (3)$$

где Oз – экономическая оценка 1 га земли

k – средняя по республике стоимость освоения земли (177у.е./га)

Y/T – отношение урожайности к затратам на оцениваемом участке

\bar{Y}/\bar{T} – отношение урожайности к затратам на производство в среднем по стране

Экономическая оценка земли (Oэ) на основе дифференциальной ренты определяется отношением дифференциальной ренты (R) и нормативного коэффициента общей экономической эффективности по сельскому хозяйству (E_n):

$$O_z = \frac{R}{E_n} \quad (4)$$

Расчет дифференциальной ренты производится по формуле $R = Z_{ам} - Z_{инд}$, где

R – дифференциальная рента, $Z_{ам}$ – замыкающие затраты,

$Z_{инд}$ – индивидуальные затраты.

Для экономической оценки земли также используется формула

$$O_z = \frac{R}{r} \quad (5)$$

где r – ставка банковского процента.

Экономический ущерб от изъятия из сельскохозяйственного оборота земель вследствие их загрязнения (U_i) определяется произведением величины чистого годового дохода сельскохозяйственного предприятия в расчете на 1 единицу площади (Дг) и площади земель (S_i), изъятых из сельскохозяйственного оборота: $U_i = Дг * S_i$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОБЩИЕ ЗАКОНЫ ЗАВИСИМОСТИ ОРГАНИЗМОВ ОТ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

1. Распределите перечисленные факторы среды по трем категориям – абиотические, биотические и антропогенные: хищничество, вырубка лесов, влажность воздуха, температура воздуха, паразитизм, свет, строительство зданий, давление воздуха, конкуренция, выброс углекислого газа заводом, соленость воды.

2. Выберите фактор, который можно считать ограничивающим в предлагаемых условиях.

1. Для растений в океане на глубине 6000 м: вода, температура, углекислый газ, соленость воды, свет.

2. Для растений в пустыне летом: температура, свет, вода.

3. Для скворца зимой в подмосковном лесу: температура, пища, кислород, влажность воздуха, свет.

4. Для речной щуки в Черном море: температура, свет, пища, соленость воды, кислород.

5. Для кабана зимой в северной тайге: температура; свет; кислород; влажность воздуха; высота снежного покрова.

3. Три основных способа приспособления организмов к неблагоприятным условиям среды: подчинение, сопротивление и избегание этих условий. К какому способу можно отнести:

а) осенние перелеты птиц с северных мест гнездования в южные районы зимовок;

б) зимнюю спячку бурых медведей;

в) активную жизнь полярных сов зимой при температуре минус 40 С°;

г) переход бактерий в состояние спор при понижении температуры;

д) нагревание тела верблюда днем с 37С ° до 41 С° и остывание его к утру до 35 С°;

е) нахождение человека в бане при температуре в 100 С°, при этом его внутренняя температура остается прежней – 36,6 С°;

ж) переживание кактусами в пустыне жары в 80 С°;

з) переживание рябчиками сильных морозов в толще снега?

4. Из перечисленных организмов к гомойотермным относятся:
а) окунь речной; б) лягушка озерная; в) дельфин-белобочка; г) гидра пресноводная; д) сосна обыкновенная; е) ласточка городская; ж) инфузория-туфелька; з) клевер красный; и) пчела медоносная; к) гриб подберезовик.

5. Температура тела песка остается постоянной (38,6 С°) при колебаниях температуры окружающей среды в диапазоне от –80 С° до +50 С°. Перечислите приспособления, которые помогают песцу удерживать постоянную температуру тела.

6. При летнем похолодании стрижи бросают свои гнезда и перемещаются на юг, иногда на сотни километров. Птенцы впадают в оцепенение и способны в таком состоянии, без пищи, находиться несколько дней. При потеплении родители возвращаются. Объясните, чем вызваны откочевки.

7. Подберите пары, используя информацию в двух столбцах, подберите пару, которая будет правильным ответом. Каким правилам соответствуют приведенные определения.

Таблица 5 – Данные для расчетов

А.	В пределах вида (или группы близких видов гомойотермных животных) более крупные особи встречаются в более холодных областях.	1.	Правило Аллена.
Б.	Два вида со сходными экологическими требованиями не могут длительное время занимать одну и ту же экологическую нишу.	2.	Правило Бергмана.
В.	Выступающие части тела гомойотермных животных относительно увеличиваются в размерах по мере продвижения к югу в пределах ареала вида.	3.	Правило Глогера.
Г.	Виды животных, обитающих в холодных и влажных зонах, имеют более интенсивную пигментацию тела.	4.	Правило Гаузе.

8. Одним из приспособлений, характерным для организмов, составляющих экологическую группу планктон, является:

1. Развитие органов чувств
2. Недоразвитие или отсутствие скелета
3. Отсутствие лёгких
4. Увеличение размеров

9. Расположите названные виды деревьев в порядке возрастания числа семян, производимых ими за год: дуб черешчатый, береза повислая, кокосовая пальма. Как изменяется в выстроенном вами ряду деревьев размер семян (плодов)?

10. Расположите названные виды животных в порядке увеличения их плодовитости: шимпанзе, свинья, обыкновенная щука, озерная лягушка. Объясните, почему самки одних видов приносят за один раз 1–2 детеныша, а других – несколько сотен тысяч.

11. На территории, окружающей взрослую плодоносящую ель, число всходов маленьких елочек может достигать 700–900 штук на 10 м². Через двадцать лет на этой площади останутся 2–3 молодые ели. Почему большая часть елочек погибнет? Объясните биологическое значение подобного явления.

12. Бактерии способны очень быстро размножаться. Каждые полчаса путем деления из одной клетки образуются две. Если одну бактерию поместить в идеальные условия с обилием пищи, то за сутки ее потомство должно составить $248 = 281474976710\ 700$ клеток. Такое количество бакте-

рий заполнит 0,25-литровый стакан. Какое время должно пройти, чтобы бактерии заняли объем 0,5 л?

а) одни сутки; б) двое суток; в) один час; г) полчаса.

13. Постройте график роста численности домовых мышей в течение 8 месяцев в одном амбаре. Исходная численность составляла две особи (самец и самка). Известно, что в благоприятных условиях пара мышей приносит 6 мышат каждые 2 месяца. Через два месяца после рождения мышата становятся половозрелыми и сами приступают к размножению. Отношение самцов и самок в потомстве 1:1.

14. Прочитайте приведенные ниже описания особенностей размножения некоторых видов рыб примерно одинакового размера. На основе этих данных сделайте заключение о плодовитости каждого вида и сопоставьте названия видов с числом откладываемых рыбами икринок: 10 000 000, 500 000, 3 000, 300, 20, 10. Почему в выстроенном вами ряду видов рыб наблюдается падение плодовитости?

Дальневосточный лосось кета откладывает относительно крупную икру в специально вырытую ямку на дне реки и засыпает ее галькой. Оплодотворение у этих рыб наружное.

Треска откладывает мелкую, плавающую в толще воды, икру. Такая икра называется пелагической. Оплодотворение у трески наружное.

Африканские тилляпии (из окунеобразных) собирают отложенную и оплодотворенную икру в ротовую полость, в которой вынашивают ее до вылупления молоди. Рыбы в это время не питаются. Оплодотворение у тилляпий наружное.

У мелких *кошачьих акул* оплодотворение внутреннее, они откладывают крупные яйца, покрытые роговой капсулой и богатые желтком. Акулы маскируют их в укромных местах и некоторое время охраняют.

У *катранов*, или *колючих акул*, живущих в Черном море, также внутреннее оплодотворение, но их зародыши развиваются не в воде, а в половых путях самок. Развитие происходит за счет питательных запасов яйца. У катранов рождаются зрелые, способные к самостоятельной жизни детеныши.

Обыкновенная щука откладывает мелкую икру на водные растения. Оплодотворение у щук наружное.

15. Почему человек из птиц преимущественно разводит лишь представителей отряда курообразных и гусеобразных? Известно, что по качеству мяса, скорости роста, размерам, степени привыкания к человеку им не уступают ни дрофы, ни стрепеты, ни кулики, ни голуби.

16. Если любой вид способен к беспредельному росту численности, почему же существуют редкие и находящиеся под угрозой исчезновения организмы?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ЭНЕРГЕТИКА ЭКОСИСТЕМ

1. Известно, что в лесу хищники второго порядка имеют в среднем массу тела, равную 2 кг, а в 100 г их тела содержится 300 ккал энергии. Рассчитайте, какое количество данных хищников может быть в лесу, на поверхность которого падает 6×10^9 ккал энергии, а КПД фотосинтеза составляет 1%.

2. В листопадном лесу в подстилке обитает 80 экз. диплопод на м^2 , масса 1 экз. – 100 мг. Годичное поступление опада в подстилку 300 г/м^2 обеззоленного органического вещества с массовой долей углерода – 48%. Активность диплопод продолжается 6 месяцев в году.

Таблица 6 – Энергетические показатели пищ. активности диплопод, кал/г·сут.

Потребление подстилки	256,7
Ассимиляция	13,3
Продукция	1,1
Дыхание	12,2
Экскреция	243,4

Рассчитайте коэффициенты экологической эффективности между трофическими уровнями (эффективность продукции трофического уровня) и внутри трофического уровня (эффективность использования продукции, эффективность роста, эффективность ассимиляции).

3. Оцените эффективность фотосинтеза в посадках кукурузы в расчете на 1 га, если известно:

1. Общий сухой вес растений, включая корни, листья и початки (сух. вес) – 15000 кг.
2. Общее содержание золы (минеральный остаток после сжигания) – 805 кг.
3. Интенсивность дыхания растений – $75 \text{ кг/сут } \text{CO}_2$.
4. Количество энергии, необходимое для получения 1 кг глюкозы – 3760 ккал.
5. Вегетационный период – 100 дней.
6. Количество солнечной энергии, поступившее на 1 га за 100 дней – 5110000000 ккал.

4. Рассчитайте коэффициенты экологической эффективности между трофическими уровнями (эффективность продукции трофического уровня) и внутри трофического уровня (эффективность роста), если имеются данные:

Таблица 7 – Потоки энергии через трофические уровни ккал/сут

	Лоси	Волки
Общая продуктивность в год	123321825 ккал	600439 ккал
Годовое дыхание	910349091 ккал	12786382 ккал
Потребление	7951314738 ккал	27889210 ккал

5. Оцените эффективность фотосинтеза для поля пшеницы в подзоне южных черноземов северного Казахстана. Вегетационный период с 1 июня по 31 августа. ЧПП 515 г С/м² за сезон. Дыхание надземной фитомассы пшеницы – 4,2 г СО₂/м² в сутки. Дыхание корней пшеницы – 2,5 г СО₂/м² в сутки. Количество энергии, необходимое для получения 1 кг глюкозы – 3760 ккал. Солнечная постоянная – 2 ккал на 1 м² сек.

6. Продуктивность кораллового рифа выше продуктивности большинства районов открытого океана вблизи экватора, потому что эта экосистема получает больше (выберите правильный ответ):

а) солнечного света; б) элементов питания; в) воды; г) тепла.

7. Если в лесу на площади в 1 га, взвесить отдельно всех насекомых, все растения и всех хищных позвоночных (земноводных, рептилий, птиц и млекопитающих вместе взятых), то представители какой группы суммарно будут весить больше всего? Меньше всего? Почему?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

1. Дать экономическую оценку земель Минской области, в которой урожайность картофеля составила 188 ц/га клубней, затраты на производство земледельческого продукта 240 у.е./га, средние показатели урожайности 182 ц/га, средние затраты 320 у.е./га. Расчеты провести на основании методики С.Г. Струмилина.

2. Провести экономическую оценку земли Брестской области на основе дифференциальной ренты, если даны замыкающие затраты на производство картофеля на 1 га 1420 у.е./га и индивидуальные затраты составляют 1090 у.е./га.

Расчет дифференциальной ренты производится по формуле

$$R = Z_{\text{зам}} - Z_{\text{инд}}, \text{ где}$$

R – диф. рента, $Z_{\text{зам}}$ – замыкающие з-ты

$Z_{\text{инд}}$ – индивидуальные з-ты

Для экономической оценки земли используется формула

$$O_z = \frac{R}{r}$$

r , где r – ставка банковского процента ($r=0,08$)

3. Имеется 1га с/х угодий, где можно посадить фруктовый сад (Ззам=2100у.е./га, Зинд=1500у.е./га), или овощи (Ззам=1000 у.е./га, Зинд=800у.е./га), или использовать его в качестве пастбища (Ззам=300у.е./га, Зинд=160у.е./га). Оценить возможные направления распоряжения земель путем сопоставления экономической оценки 1 га с/х угодий на базе дифференциальной ренты.

Для экономической оценки земли требуется следующая формула

$$O_3 = \frac{R}{r}$$

4. Определите экономическую эффективность от комплекса мероприятий по охране воздушного бассейна от загрязнений, если капитальное вложение на оборудование электрофильтров составляет 2,5 млн у.е. (К). Эксплуатационные расходы в течении года составили 0,1 млн у.е. (С). Годовой экономический результат составляет 562 тыс у.е. (Р).

Определим приведенные затраты по формуле $Z = C + K \cdot E_n$, где E_n – нормативный показатель окупаемости капитальных вложений равен 0,12.

5. Определите, в каком из хозяйств наиболее эффективно ведется лесовосстановление. Рассчитайте по данным таблицы взятых в тыс у.е. коэффициенты эффективности выращивания леса и сравните их.

Таблица 8 – Основные стоимостные показатели лесной продукции

Наименования хозяйств	Основные показатели, тыс.у.е.					
	T_z	T_n	T_k	$T_{пк}$	P_n	C_v
Пинский лесхоз	1500	300	150	250	200	2000
Ивацевичский лесхоз	2500	250	180	200	400	1500
Драгиченский лесхоз	3000	350	200	300	150	2500

Коэффициент эффективности рассчитывается по формуле

$$K_3 = (T_z + T_n + T_k + T_{пк} + P_n - C_v) / C_v, \text{ где}$$

K_3 – коэффициент эффективности выращивания леса

$T_{z,к,пк}$ – таксовая стоимость запаса древесины в возрасте рубки-насаждения, ликвида из кроны, ликвида древесных пней и корней соответственно.

T_n – поступления от подсочки и побочных пользования (живица, пробка), у.е.

P_n – продукция промежуточного пользования

C_v – себестоимость выращивания древостоя до возраста рубки

6. По данным таблицы 9 рассчитать ставки платежей за пахотные земли используемые хозяйствами РБ по первой группе кадастровой оценки в зависимости от их продуктивности.

Таблица 9 – Данные для расчета ставок платежей за пахотные земли по гр-м кад-ой оценки земли

Группа кадастровой оценки земли, баллов	ВП в ценах реализации, у.е./га	Затраты	
		На производство продукции, у.е./га	На мероприятия по землеустройству, охране и улучшению земель, у.е./га
До 25 баллов	359	281	20
25–30	420	301	17
30–35	482	320	15
35–40	540	329	12

Затраты замыкающие равны 420 у.е./га

Определяем величину дифференциальной ренты по формуле

$$P = Z_{зам} \cdot (K_o - K_p), \text{ где}$$

$Z_{зам}$ – затраты замыкающие (на худших землях)

K_o – коэффициент окупаемости затрат

K_p – коэффициент нормативной рентабельности 1,2

$$K_o = \frac{ВП}{ЗП}$$

$ВП$ – валовая продукция с 1га; $ЗП$ – затраты на производство валовой продукции с 1га

7. Определить экономический ущерб, наносимый сельскому хозяйству, в случае изъятия из оборота вследствие загрязнения участка земли, дающего чистый годовой доход в соответствии данным, приведенным в таблице 10.

Таблица 10 – Данные для расчетов

Вариант исходных данных задачи	Площадь изымаемого участка земли, га	Чистый годовой доход, даваемый изымаемым участком, тыс. руб./га
1	5	80
2	30	500
3	8	150
4	21	250
5	10	160
6	15	210
7	10	140
8	17	200
9	20	400
10	19	510

$$Y_u = D_z \cdot S_u, \text{ где}$$

D_z – чистый годовой доход, даваемый изымаемым участком, тыс. руб./га; S_u – площадь изымаемого участка земли, га

8. Установить какой из четырех возможных вариантов реализации природоохранного мероприятия, определяемых приведенными в таблице 11 значениями капитальных вложений и текущих затрат, является предпочтительным. Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений принять равным 0,12.

Таблица 11 – Данные для расчетов

Вариант исходных данных задачи	Вариант природоохранного мероприятий	Капитальные вложения, тыс. руб.	Текущие затраты, тыс. руб.
1	1	65	10
	2	60	15
	3	55	12
	4	50	10
2	1	110	20
	2	115	25
	3	120	30
	4	130	20
3	1	50	10
	2	55	12
	3	60	15
	4	65	10
4	1	240	40
	2	230	50
	3	240	60
	4	260	40
5	1	110	20
	2	115	25
	3	120	30
	4	130	20
6	1	50	10
	2	55	12
	3	60	15
	4	65	10
7	1	240	40
	2	230	50
	3	240	60
	4	260	40
8	1	260	40
	2	230	60
	3	240	50
	4	240	40
9	1	65	10
	2	60	15
	3	55	12
	4	50	10
10	1	130	20
	2	120	30
	3	115	25
	4	110	20

Решение: $S = C + E_n \cdot K$, где

C - текущие затраты, тыс. руб.; K - Капитальные вложения, тыс. руб.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ И РЕШЕНИЯ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ

1. Решите задачи, используя алгоритм.

1) У Королевской кобры (самой крупной ядовитой змеи в мире) длина ядовитых зубов достигает 3 – 4 см. От укусов погибают не только люди, но и такие крупные животные, как носороги и слоны... Конечно, кобру можно неделями не доставать из мешка или корзины, в которых обычно перевозят их ловцы, ведь она может долго обходиться без еды и воды. Но такая змея запросто прокусит мешок или корзину, и тогда ловцу грозит смертельная опасность. Как выходят из положения ловцы?

2) Бесконечная нить газопровода пересекает огромные пространства. Время от времени в трубе образуются микротрещины. Их важно быстро обнаружить. Строить дорогостоящие обнаружительные системы с многими тысячами датчиков? А можно ли сделать так, чтобы природа сама подсказывала место утечки газа? Например, птицы слетались бы к аварийному месту, тем самым указывая его обслуживающему персоналу... Но природный газ не имеет запаха и птиц не привлекает. Как быть?

3) Отправляясь на охоту, медведица оставляет своих малышей одних. Но при ее возвращении медвежата ведут себя очень странно: едва увидев приближающуюся маму, они залезают на тонкие деревца. Почему?

Решение: Медведи плохо видят и не сразу узнают маму, возвращающуюся с охоты. Дождаться пока медведь приблизится поближе опасно, а вдруг это чужой взрослый медведь. Он ведь и обидеть может. Как быть медвежатам?

4) По сценарию французского фильма "Черная Луна" изобретательный преступник должен завлечь змею под балахон лежащего на ковре героя. Как заставить змею ползти по пути наиболее удобному для съемок?

5) Ф. Зусманович разработал метод лечения закупоривающихся заболеваний артерий. Выяснилось, что у людей, сломавших, к примеру, ногу, в которой были закупорки артерий, кровообращение в этой ноге восстанавливалось. При переломе срабатывала защита, подводящая к перелому нужные вещества и удаляющая отходы - в зоне перелома открывались резервные кровеносные сосуды и начинали расти новые. Таким способом можно лечить болезнь, но нужно ломать ногу! К тому же после срачивания перелома прекратится сосудистая реакция. Нужно ломать ногу еще? Как быть?

2. Составьте исследовательские задачи, используя приведенную ниже информацию.

1. Нору лисица может вырыть сама, но обычно занимает чужие. Сурка при этом она придушит, с барсуком ей не справиться, но выжить его из норы она может. Утверждают, что действует лиса, хорошо зная любовь бар-

сука к чистоте. Дождавшись, когда барсук уйдет на охоту, Лизавета в его норе справляет нужду. Вернувшись, барсук с негодованием чистит жилище. Но лиса снова и снова повторяет прием, и барсук нору либо бросает, либо в подземном своем лабиринте отгораживается от вонючей нахалки, и звери живут бок о бок, не мешая друг другу. 2. Небольшие осьминоги поселяются внутри раковин устриц, предварительно съев хозяина раковины. Они присасываются к створкам и держат их плотно сомкнутыми. Но как осьминоги открывают закрытые раковины устриц? 2000 лет назад римский натуралист Плиний Старший писал, что осьминоги иногда дежурят у закрытой раковины устрицы и, едва она раскроется, бросают внутрь камень. Теперь створки уже не могут сомкнуться, осьминог съедает устрицу и поселяется в ее доме. В аквариумах осьминоги никогда не поступают таким образом. Но ведь в неволе многие животные ведут себя иначе, чем в природе. А на коралловых рифах островов Туамоту один путешественник через ящик со стеклянным дном много раз видел, как осьминоги нападали на устриц, бросая в их раковины куски коралла.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтшуллер, Г.С. Найти идею: Введение в ТРИЗ / Г.С. Альтшуллер. – М., Изд-во Альпина ББ, 2007. – 40 с.
2. Басов, В.М. Задачи по экологии и методика их решения / В.М. Басов. – ЛКИ. – 2011. – 162 с.
3. Денисова, С.И. Методика составления и решения биологических задач. Практикум : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по биол. спец. / С.И. Денисова. – Минск: РИВШ, 2014. – 190 с.
4. Дмитров, Е.Н. Познавательные задачи по зоологии позвоночных / Е.Н. Дмитров. – Тула: Родничок, 1999. – 144 с.
5. Колчанова, Л.В. Решение задач с экологическим содержанием / Л.В. Колчанова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 3. – С. 143–146.
6. Леонтьева, И.А. Сборник задач по общей экологии: учеб. –метод. пособие для студентов педагогических вузов биологических специальностей / Сост. И.А. Леонтьева. – Елабуга: Изд-во ЕГПУ, 2009. – 46 с.
7. Лисичкин, Г.В. Химики изобретают / Г.В. Лисичкин, В.И. Бетанели – М.: Просвещение, 1990. – 112 с.
8. Михайлов, В.А. Как решаются изобретательские задачи (Сто задач по ТРИЗ) / В.А. Михайлов. – Чебоксары: ЦНТИ, 1992. – 160 с.
9. Михайлов, В.А. Решение учебных задач по ТРИЗ / В.А. Михайлов. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. – 92 с.
10. Мишина, Н.В. Задания для самостоятельной работы по общей биологии / Н.В. Мишина. – М.: Просвещение, 2008. – 54 с.
11. Муртазин, Г.М. Задачи и упражнения для самостоятельной работы по общей биологии / Г.М. Муртазин. – М.: Просвещение. – 2007. – 98 с.
12. Петунин, О.В. Сборник заданий и упражнений по общей экологии: учеб. пособие. – 2008. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/837/66837>. Дата доступа: 29.11.2014.
13. Петунин, О.В. Элективные курсы и их роль в биологическом образовании / О.В. Петунин // Биология в школе, 2004. – № 7. – С. 17–20.
14. Попов, А.Б. Развивающий канон – что это такое / А.Б. Попов. – М., 1993. – 48 с.
15. Реймерс, Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М.: Изд-во «Россия молодая», 1994. – 367 с.
16. Решения творческих экологических задач: с использованием химических эффектов и ТРИЗ / сост. В.А. Михайлов [и др.]. – Чебоксары: Изд. ЧувГУ. – 1999. – 160 с.
17. Сборник химических задач по ТРИЗ / Автор-сост. В.А. Михайлов. – 2004. – Режим доступа: http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/chem_sbrnk.pdf. Дата доступа: 30.11.2014.
18. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ТРИЗ / сост. В.И. Тимохов. – СПб, ТОО ТРИЗ-Шанс. – 1996. – 105 с.

Учебное издание

СОСТАВЛЕНИЕ И РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Методические материалы

Составитель

ШАМАТУЛЬСКАЯ Елена Владимировна

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Л.Р. Жигунова

Подписано в печать 10.03.2015. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,47. Тираж 75 экз. Заказ 24.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.