

Картотека биологических эффектов Пособие для учителей

Тимохов Виктор Иванович, консультант-эксперт по ТРИЗ, член совета Белорусской общественной организации ТРИЗ, мастер ТРИЗ.

Введение

Биологический эффект — это применение биологических объектов (под которыми понимают все живые организмы) в жизнедеятельности человека.

С давних пор человек использует растения, животных и бактерии. Но в последнее время их использование перешло на качественно новый уровень, чему способствовало развитие биотехнологии, биометаллургии, биоэлектроники, бионики и многих других наук, изучающих биологические объекты и новые способы их применения.

Картотека биологических эффектов поможет учителю биологии провести урок в захватывающе-проблемной форме, создать увлекательный курс по биологии как в рамках школьной программы, так и при проведении факультативных и внеклассных занятий.

Факты неожиданного применения биологических объектов в бытовой, криминалистической, инженерной, изобретательской практике позволят учителю использовать их для решения различных, не только биологических, творческих задач. Вот пример такого решения.

На одном из приисков были обнаружены хищения золота в особо крупных размерах. Курьер, перевозивший металл, был арестован. У него изъяли мешочки, но пустые и старательно выстиранные. Есть подозрение, что именно в них перевозили краденое золото. Но как это доказать или опровергнуть? Как быть? Кто-то вспомнил об опытах биолога Н. Н. Кольцова, в которых ничтожная примесь золота в воде, недоступная для датчиков, вызывала у лягушек хорошо заметное расширение кровеносных сосудов. В три банки налили дистиллированную воду. В одну поместили мешочки. В них, как предполагалось, перевозили золото. В другую — несколько крупинок золота с того же прииска. В третьей банке золота не было — это контроль. В каждую банку посадили по лягушке. Через несколько минут у лягушек в первых двух банках покраснело брюшко — это вздулись и стали просвечиваться сквозь кожу кровеносные сосуды. В контрольной банке ничего не произошло... Так было наглядно доказано наличие в мешочках ничтожных следов золота.

Основная идея теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) — любые системы возникают и развиваются по определённым законам. Эти законы выявляются и используются для решения изобретательских задач. Один из приёмов решения задач — применение различных эффектов (физических, химических, биологических и т.д.).

Вот здесь-то нам и пригодится картотека биологических эффектов, которая поможет найти и применить один или несколько эффектов для решения открытых изобретательских задач, позволит найти несколько решений, а не одно-единственное «правильное».

Многие примеры можно переформулировать в задачу.

Задача: Бесконечная нитка газопровода пересекает огромные пространства. Где-то может возникнуть микротрещина, и газ будет просачиваться «на волю»... Как контролировать целостность многокилометровой трубы? Вот как это делают в Чехии: над газопроводом высевают люцерну, которая меняет свой рост и цвет при малейшем воздействии газа. Контроль над изменениями — с пролетающего вертолётa. Красивое решение? Кстати, не единственное, в чём можно убедиться, читая пособие.

Можно продолжить поиск новых примеров вместе со школьниками, увеличить объём картотеки. Разве не любопытно будет ученикам вместе с вами поискать применение этим и другим биологическим эффектам?

Много удивительных возможностей таит в себе мир живого. Пауки помогают кримина-

листам, хирурги используют муравьёв, а растения сами включают поливальные установки...

Всё это вы найдёте в пособии «Картотека биологических эффектов», которое помещено в конце журнала в виде приложения.

Картотека напечатана так, что вы можете разрезать её на отдельные карточки, наклеить на картон и использовать в качестве раздаточного материала на уроках.

Биологические эффекты в картотеке разбиты на пять разделов в соответствии с целями использования:

1. Обнаружение веществ и энергии.
2. Удаление веществ и поглощение энергии.
3. Накопление веществ.
4. Преобразование веществ и энергии.
5. Выделение веществ и генерация энергии.

Применение биологических объектов не ограничивается только указанными в данной версии картотеки функциями. Биологические объекты выполняют транспортные операции, смешивают и обезвреживают вещества, используются в строительных работах и т.п. Лаборатория Образовательных Технологий Анатолия Гина разрабатывает расширенную версию картотеки биологических эффектов.

Литература.

1. Вакула В. Биотехнология, что это такое? М.: «Молодая гвардия», 1989.
2. Газета «За Рубежом». 1991. № 12.
3. Газета «Знамя Юности». 1989. 12 сентября.
4. Газета «Комсомольская Правда». 1992. 27 июня.
5. Газета «Социалистическая индустрия». 1989. 22 июня.
6. Газета «Труд». 1987. 31 июля.
7. Галактионов С. Г. Биологически активные. М.: Молодая гвардия, 1988.
8. Гармаш И. Тайны бионики. Киев, 1985.
9. Гершун В. Домашние животные. М.: Педагогика, 1991.
10. Губерман И. Третий триумvirат. М.: Детская литература, 1974.
11. Джоунс Дж. Изобретения Дедала, М.: Мир, 1985.
12. Журнал «Азия и Африка сегодня». 1991. № 4.
13. Журнал «Знание — сила».
14. Журнал «Изобретатель и рационализатор».
15. Журнал «Инженер». 1991. № 9.
16. Журнал «Наука и жизнь».
17. Журнал «Наука и мы». 1990. № 8.
18. Журнал «Сельское строительство». 1992. № 2.
19. Журнал «Техника — молодёжи».
20. Журнал «Химия и жизнь».
21. Журнал «Человек и экономика». 1991. № 2.
22. Журнал «Юный техник».
23. Ренненберг Р., Ренненберг И. От пекарни до биофабрики. М., 1991.
24. Сибрук В. Роберт Вуд. М.: Наука, 1985.
25. Симаков Ю. Живые приборы. М.: Знание, 1986.
26. Скулачев В. Рассказы о биоэнергетике. М.: Молодая гвардия, 1985.

Автор выражает признательность за материалы, ценные советы и критику И. Л. Викентьеву (г. Санкт-Петербург), А.А. Гину (г. Гомель), И.С. Захарову (г. Санкт-Петербург), А.Ивановскому (г. Гомель), И.К. Кайкову (г. Санкт-Петербург), А.Ю. Лихачеву (г. Орел), С.В. Сычеву (г. Ростов-на-Дону), К.Усявичусу (г. Вильнюс), Н.Н. Хоменко (г. Минск), А.Шнитникову (г. Рига).

1. Обнаружение веществ и энергии

1.1. В Чехословакии над газопроводом высаживают люцерну. При воздействии даже малейшего количества газа люцерна меняет свой рост и цвет. С вертолёта делают снимки посевов и так определяют место утечки. (8. С.147).

1.2. В США работники газопроводов для выявления утечки газа из труб используют обоняние грифов-индеек. С этой целью в природный газ добавляют химическое вещество с запахом тухлого мяса. Грифы, питающиеся падалью, начинают кружиться над местом утечки. Обходчику легко заметить крупных птиц (размах их крыльев достигает двух метров) и найти соответствующее место. (16. 1989, № 9. С. 87).

1.3. Мухи, почувствовав ядовитый газ в шахте, начинают нервничать. Канарейки умирают, вдохнув даже небольшое количество газа, а мыши, почуяв газ, начинают беспокойно метаться по клетке. Такую чувствительность животных к газу издавна использовали шахтёры. (10. С. 158).

1.4. Ничтожная примесь золота в воде, недоступная для современных высокочувствительных датчиков, вызывает у обычных лягушек хорошо заметное расширение кровеносных сосудов на брюшке. (26. 1992. № 12. С. 31.).

1.5. Замечено, что рисунок паутины зависит от питания паука. Самые незначительные примеси яда изменяют характер плетения. Криминалисты заинтересовались такими способностями пауков. Если причину гибели человека установить трудно, пауку дают каплю крови погибшего человека и смотрят на рисунок сети. Составлена картотека видов паутины после принятия пауками различных ядов. (10. С.176; 3).

1.6. Молодые хвойные деревья, такие, как сосна и ель, выявляют следы более тридцати различных металлов, в том числе и золота. Химический анализ хвои может легко подсказать возможные подземные месторождения минералов. (13. 1989. № 1. С. 44).

1.7. По химическому составу берёзового сока можно определить месторождения залежей, богатых фторсодержащими соединениями. Берёзы в местах таких залежей дают сок с увеличенной концентрацией фтора. Подобным же образом определяются месторождения марганца, цинка, калия. (14. 1990. № 6. С. 11).

1.8. При незначительных концентрациях селена, ванадия, циркония и других металлов мелкие инфузории тетрахимены снижают скорость своего движения (2700 мкм в секунду) на 96%, а большие концентрации вредных металлов останавливают движение инфузорий. (26. С. 158).

1.9. Для разведки радиоактивных руд собирают и анализируют пыльцу, приносимую пчёлами. (16. 1985. № 5).

1.10. Термиты располагаются на отдых так, что оказываются головами в одном направлении. Одни группы — параллельно, другие — перпендикулярно силовым линиям магнитного поля Земли. Аналогично ведут себя майские жуки и мухи. (10. С. 55).

1.11. Личинки мух двигаются в направлении силовых линий наведённого электрического поля. Это используют, удаляя их из съедобных продуктов. (А. с. № 1340698).

1.12. Метровые радиоволны вызывают возбуждение у обезьян. Они поворачивают голову в сторону источника и выказывают заметное волнение. (26. С. 71).

1.13. Листья некоторых растений даже в темноте поворачиваются к Солнцу. (8. С. 45; 26. С. 62).

1.14. А.Л. Чижевский в своих исследованиях использовал колонию бактерий, которые меняли цвет в зависимости от изменения электромагнитной активности Солнца. (10. С.154–157).

1.15. Хемилюминесценция применяется в качестве сверхчувствительного индикатора минимальных количеств химических веществ в человеческом теле. С помощью люминесцентных бактерий, взятых у определённых рыб, сделан прибор, устанавливающий наличие алкоголя в крови. (1. С. 81).

2. Удаление веществ и поглощение энергии

2.1. Фермеры пускают овечьи отары на кофейные плантации. Животные поедают сорняки и листья на кофейных деревьях. Тем самым сбор плодов значительно упрощается. (9. С. 70).

2.2. Мастерами «прополки» называют домашних уток. Уток выпускают на рисовые поля. Они поедают саранчу, личинок вредителей и сорные растения, не трогая рис. Кроме того, птицы действуют как культиваторы — рыхлят почву, улучшая поступление кислорода к корням злаков. А замутнённая вода прогревается солнцем лучше, чем чистая. (12).

2.3. В одной из больниц США при лечении инфицированных ран для поедания отмирающих тканей использовались личинки мух. По мнению лечащего врача, целебные действия этих насекомых были обнаружены ещё в первую мировую войну, однако предубеждение брало верх. (14. 1990. № 6. С. 19).

2.4. В ряде американских штатов для очистки водоёмов от водорослей, и в первую очередь от гидриллы, применяется травоядный карп. Рыбы очищают водоёмы столь эффективно, что можно не применять химические вещества. (21. С. 41).

2.5. Найден штамм микробов, съедающих краску с пустых алюминиевых банок из-под пива и безалкогольных напитков. На это уходит всего полчаса, после чего чистый алюминий можно отправлять на переплавку. Применение бактерий заменит существующие технологии, при которых краску удаляют сжиганием (при этом сгорает 15% металла и загрязняется воздух) или отмывают органическими растворителями, что может привести к пожару и вредит здоровью. (16. 1992. № 1. С. 68).

2.6. Разработан новый метод, благодаря которому содержание ртути в сточных водах можно снизить с двух тысяч до трёх частей на миллиард. Бактерии покрываются магнитно-активными ионами металлов, которые присутствуют в воде в виде солей. Затем крошечные магнетики удаляют магнитными фильтрами в виде проволочных сеток с мельчайшими ячейками. После этого собранные бактерии смывают в нужное место. Бактерии способны принять в себя количество вещества, равное собственному весу. Так как бактерии, покрытые магнитно-активными ионами металлов, управляются магнитным полем, то, вероятно, с их помощью можно получать магнитные жидкости. (14. 1989. № 11. С. 37).

2.7. Жители хорошо озеленённой улицы с плотными рядами деревьев ощущают уличный шум в десять раз слабее, чем на улице с той же интенсивностью движения, но без зелени. (20. 1992. № 5. С. 59).

2.8. Кусты и деревья — это мощный экран, который сдерживает проникновение электромагнитных волн. (10. С. 137).

3. Накопление веществ

3.1. Некоторые цитрусовые деревья, испытывая недостаток химических элементов, способны замещать их другими элементами и восстанавливать таким образом равновесие в обмене веществ. Например, при нехватке калия эти растения в первую очередь начинают накапливать золото, а при его отсутствии — серебро и свинец. Недостаток магния заставляет их извлекать уран. Таким образом, появляется биологический способ добычи ископаемых: достаточно засадить нужный участок подходящими деревьями, а затем собирать плоды и сжигать их в специальных печах. (11. С. 122).

3.2. В 1973 г. в Западной Австралии была обнаружена разновидность кустарника, в тканях которого накапливается до 10% никеля (в расчёте на сухой вес), в листьях же концентрация никеля достигает рекордной величины — 23%. Учитывая, что руда, содержащая 3% никеля, считается хорошей, сельскохозяйственный способ добычи металла выглядит привлекательно. (11. С. 122).

3.3. Индустрия по производству лекарств превращает животных в биореакторы, синтезирующие лекарства и другие химические вещества. Так, в молоке клонированных мышей вырабатывается до 8 г/л гормонов. (14. № 11. С. 36).

3.4. Грибы накапливают радиоактивные элементы, в частности цезий-137.

Все виды исследованных грибов можно разделить на четыре группы:

- а. Слабонакапливающие — опёнок осенний (3–5 нКи/кг);
- б. Средненакапливающие — белый гриб, лисичка, подберёзовик (10–20 нКи/кг);
- в. Сильнонакапливающие — груздь чёрный, сыроежка, зелёнка (30–40 нКи/кг);
- г. Аккумуляторы радионуклидов — маслёнок, польский гриб (100–200 нКи/кг).

3.5. С помощью водных растений *Lemma* можно накапливать тяжёлые металлы и другие токсические вещества. Создана модельная система накопления кадмия в растениях. Предусмотрена дальнейшая обработка убранных растений методом анаэробного ферментирования. В результате металл ещё больше концентрируется и, вдобавок, образуется метан — хорошее топливо. Растения, покрывающие поверхность пруда площадью в 1 га, в состоянии очистить 3500 кубических метров воды и накопить до 500 кг чистого металла. (23. С. 5–6).

3.6. Водоросль ламинария концентрирует в своих тканях до 0,5% йода, в золе ламинарии — 50% йода. А в воде, в которой растёт ламинария, содержится всего 0,000005% йода. (8. С. 92, 139).

3.7. Диатомея — микроскопическая одноклеточная водоросль. Строительный материал для панциря диатомей — кремнезём, миллионы тонн которого они ежегодно извлекают из вод мирового океана. Отмирая, диатомея опускается на дно, образуя осадок — диатомит. Его используют в 50 отраслях промышленности как строительный и фильтрующий материал. (8. С. 139).

3.8. В бедных металлургических выработках в специальных отстойниках разводится колония тионовых бактерий, переводящих медь в раствор. Раствор, насыщенный бактериями, закачивают в пробуренные скважины и затем поднимают на поверхность. Простой химической обработкой из раствора получают чистую медь. Аналогично используют серобактерии, железобактерии. С помощью литотрофных бактерий в США получают 10% от общего количества всей производимой в стране меди. (10. С. 158; 8. С. 115).

3.9. Золото выделяют из сточных вод с помощью водорослей, которые имеют сильную «тягу» к золоту. Окружённые капсулой из силикогеля, они извлекают из воды золото даже в отмершем состоянии. Рециклируемый силикогель стоит намного дешевле тех смол, что используются для добычи металлов из сточных вод. К тому же водоросли избирательны: или золото, или ничего. (14. 1986. № 3. С. 34).

3.10. Бактерии тиобациллус ферронсиданс извлекают золото из серных руд. В четырёх опытных реакторах на фабрике одной из орлеанских фирм бактерии ежедневно перерабатывают 100 кг руды, извлекая из них 3 г золота. (13.1990. № 8. С. 30; 15. 1990. № 5).

4. Преобразование веществ и энергии

4.1. Заселив навоз личинками мухи, можно в двадцать раз ускорить трансформацию отходов животноводства в полезные вещества. (15. С. 25).

4.2. Грибки рода фузариум, паразитирующие на картофеле, помидорах, превращают зловещий цианид — синильную кислоту — в более безвредный аммиак и углекислоту. Другие грибки окисляют его до альдегидов. Грибок ризопус применяют для очистки стоков от синильной кислоты. Для очистки стоков гальванических производств применяют цианотолерантные микроорганизмы. (7. С.38–39).

4.3. Плесень домовую используют для разложения лигнина (побочного продукта в производстве бумаги). Плесень используют также для отбеливания бумажной пульпы и для разрушения ДДТ. (14. 1989. № 6. С. 1).

4.4. В авторских свидетельствах №№1287923, 1374502 предложено использовать микроорганизмы для разложения фенола и формальдегида.

4.5. Штамм бактерии *Bacillus subtilis* ВКМ В-1676 — деструктор поликапроамидных материалов. (А. с. № 1659473).

4.6. Штамм дрожжей *Hansenula polymorpha* ВПКМ № У-750 — биотрансформатор метанола в формальдегид. (А. с. №1659473).

4.7. Железо, погружённое в сапропель (природный ил), применяемый в качестве удобрения, не ржавеет. Бактерии, содержащиеся в иле, восстанавливают железо из окислов. (14. 1987. № 4. С. 30).

4.8. Разработана технология по изготовлению пористого материала. Микроорганизмы поглощают азот из молекул полимерных волокон. Когда добавили питательные вещества для бактерий в полимерные составы, полимер оказался изъеденным настолько, что превратился в прекрасный пористый материал, который можно использовать в качестве фильтров или для удержания смазки в подшипниках. (22. 1991. № 11. С. 11).

4.9. Волны залива подмывают берег Куршской косы (Клайпеда). На некотором отдалении от берега высажена первая полуторакилометровая полоса тростника — она сохранит берег от размывания. (6).

4.10. Разработан новый способ восстановления поверхности камня, разрушающейся из-за кислотных дождей. Некоторые разновидности бактерий превращают кальций, которым они питаются, в кальцит (известковый шпат) — очень прочный кристаллический минерал — составную часть мрамора. Благодаря слою кальцита стена становится водонепроницаемой, но вместе с тем она «дышит». В этом преимущество препарата перед смолами, применение которых для реставрации приводит к сморщиванию поверхности. (2).

4.11. В Африке хирурги народности банту зашивают раны с помощью муравьёв. Прижимают края раны друг к другу, а затем на пораненное место помещают несколько муравьёв определённого вида. В силу рефлекса муравьи кусают кожу пациента, после чего медики отрезают заднюю часть муравья, а рана остаётся плотно закрытой, словно на неё наложили скобки. При этом воспалительных процессов не происходит. (13. 1990. № 3. С. 36).

4.12. Микроорганизмы упрочняют днища прудов, каналов, озёр. Это особые бактерии — они живут в бескислородной среде. Поселенные в грунт, пропускающий воду, снабжаемые сеном, соломой, стеблями кукурузы, они строят великолепное дно. (10. С. 159).

4.13. Ночью в море светятся одноклеточные организмы — ночесветки. Стоит только стукнуть веслом по воде, как свечение становится интенсивнее: вода в этом месте вспыхивает голубоватым светом — так ночесветки отвечают на механическое раздражение. Таким же свечением они отвечают на самое незначительное содержание ионов натрия или сахара в воде. Ночью за подводной лодкой, идущей на любой глубине, тянется светящийся шлейф, образованный ночесветками, поэтому лодку можно обнаружить со спутника. По свечению можно также определить тоннаж, скорость и тип субмарины. (26. С. 97).

4.14. В а. с. № 211918 предложен способ повышения плодородия почвы. После электрогидравлического удара в почве остаются в живых и сохраняют способность к воспроизводству лишь самые жизнестойкие бактерии. Быстро размножаясь в отсутствии конкурентов, они повышают плодородие почвы. (20. 1990. № 4. С. 42).

5. Выделение веществ и генерация энергии

5.1. Мидии выделяют особый клейкий белок, который можно использовать в медицине. Американская фирма «Гетекс корпорейшн» готовит выпуск клея на основе белка. (14. 1989. № 4; 13. 1989. № 10. С. 44).

5.2. Бактерии «ацебактер ацети» производят целлюлозные волокна диаметром всего 40 нанометров. Спрессованные волокна фирма «Сони» использует для изготовления мембран в наушниках. Полученный материал в 10 раз прочнее бумаги. (19. 1990. № 5. С. 44).

5.3. Слизистые бактерии способны синтезировать слизь, которая обладает удивительной смазывающей способностью. По химическим свойствам слизь состоит из полисахаридов (95%) и белка (5%). Она может использоваться как смазочный материал и для получения

присадок. (Присадки — вещества, добавляемые в смазочные материалы для улучшения или сохранения на длительный срок их эксплуатационных свойств.) Присадки из слизистых бацилл улучшают смазывающие способности глицерина, этанола, этилгликоля. При этом уменьшается износ трущихся деталей. Разработана биотехнология безотходного культивирования некоторых штаммов слизистых бактерий. (16. 1987. № 2. С. 18).

5.4. Раньше в деревнях в бидоны с молоком клали лягушек. Выделяемые кожей особые вещества, убивающие микробов, задерживали скисание молока. (10. С. 66).

5.5. Существуют проекты закачки микроорганизмов в нефтеносные пласты. При снабжении кислородом, бактерии вырабатывают газы, которые благодаря создаваемому давлению, заставят нефтяные источники «фонтанировать» более энергично. (24. С. 91).

5.6. Когда растению становится трудно добывать воду из пересохшей почвы, стебель растения начинает издавать ультразвуковые шумы. Присоединив к стеблям специальные микрофоны, можно уловить эти шумы и включать поливальные установки только тогда, когда сами растения этого требуют. Результат — экономия воды и надёжный урожай. (16. 1987. № 3).

5.7. Бактериальные моторчики представляют собой единственный в природе пример подлинно вращательного движения. Два кольцевых элемента — один внутри клеточной мембраны, другой — снаружи — выступают в роли электрических ротора и статора. Этот типовой электромоторчик, работающий от тока в одну квадрильонную Ампера, передаёт мощность на палочкообразный элемент, подобно тому, как карданный вал передаёт мощность мотора на колёса. А тот приводит во вращение спиральные нити жгутиков-пропеллеров. Причём, когда бактерия движется вперёд, все её моторчики (а их порой — десятки) вращаются против часовой стрелки, если смотреть с хвоста. Спиральные нити скручиваются в плотные жгутики. Возможно применение в медицинской технике. (22. 1990. № 2. С. 35).

5.8. В Японии, в городе Тояма, используется новый способ очистки улиц от снега. Под тротуаром проложены металлические трубы, по которым циркулирует горячая вода. Нагревается она микробами при ферментации смеси рисовых отрубей, мякины, опилок. Достаточно один раз загрузить ферментёр, чтобы поддерживать нужную температуру в течение двух недель. Система решает две проблемы: уборку тротуаров и утилизацию отходов. (14. 1987. № 12. С. 1).

5.9. Электрических рыб (например, скатов, у которых напряжение доходит до сотни вольт) используют для лечения ревматизма с помощью электрических разрядов. (10. С.136).

5.10. Культуры некоторых организмов способны вырабатывать электрический ток. Если опустить в жидкую культуру кишечной палочки или обычных дрожжей платиновый электрод, а другой — в такую же питательную среду, но без микробов, то возникает разность потенциалов. Питер Беннето предложил добавить в электролит батареи вещество, облегчающее перенос электронов в биологических системах (тионин, резофурин). В батарее Беннето бактерии при снабжении воздухом разлагают сахар, освобождая электроны, которые движутся к аноду. В батарею подаётся воздух. КПД такой батареи составляет 40%. (16. 1990. № 3. С. 81).

5.11. Индейцы Америки привязывали светлячков выше пятки к ногам, чтобы при движении в ночном лесу, оставаясь невидимыми для противника, не терять друг друга из вида. Во вторую мировую войну японская армия снабжалась порошком из мелких морских сушёных рачков. Они создают свечение, незаметное со стороны, но достаточное для прочтения карт. Рыбаки и рыбопромышленники используют живые светящиеся приманки, заметно увеличивая при этом добычу. (4).

5.12. Выделен ген, кодирующий фермент люцеферазу. Этот фермент участвует в процессе биолюминесценции. В ходе опытов табачную рассаду помещали в особый раствор на несколько часов, после чего в него вводили ген «светоносного» фермента. В затемнённом помещении рассада начинала излучать зелёный свет. Предложено такие светящие-

ся растения высаживать вдоль шоссе, что позволит видеть в темноте кромку шоссе. (19. 1988. №10. С. 37).

5.13. Медуза во время прилива разжимается, а при отливе — сжимается. Если её вынуть из моря, то всё равно через определённое время, соответствующее времени прилива и отлива, медуза будет то сжиматься, то разжиматься. (8. С. 9).