**ЦЕНТРОСЮЗ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ПОЧУ «Горно-Алтайский экономический техникум Респотребсоюза РА»**

**ПЦК «Социально-гуманитарные дисциплины»**

**Открытый обобщающий урок**

***«Основы цитологии»***

 **по дисциплине «Естествознание»**

 **Разработчик:**

**Мощенко Г. Н.,**

**преподаватель химии и биологии**

**Дата проведения: 24. 04.2017**

****

**Горно-Алтайск 2017**

***Обобщающий урок по теме: «Основы цитологии»***

**В форме игры «Что? Где? Когда?»**

**Цель урока:**

***Образовательная*:**

Систематизировать фактические знания о строении клетки растений и животных, прокариот и эукариот, о функциях основных органоидов клетки, ядра, мембран;

Показать единство всего живого на земле на основе знаний о клеточной теории;

Сформировать понятие о клетке как открытой биологической системе, структурной и функциональной единицы жизни на земле;

Показать взаимосвязь (интеграцию) цитологических знаний с развитием живописи, музыки, в историческом плане.

***Развивающая*:**

Развивать у учащихся умение сравнивать, анализировать, делать выводы, развивать логическое мышление, речь – словарный запас биологических знаний, развивать образное мышление, умение отстаивать свою точку зрения.

***Воспитательная*:**

Воспитывать интерес к предмету биология, воспитывать требовательность к себе, настойчивость, артистические качества.

**Тип урока**: обобщение и систематизация знаний.

**Оборудование:** таблицы по теме: «Основы цитологии», игровое поле, конверты с вопросами, магнитофонная запись, слайд-шоу.

В классе формируются 3 команды по 6 человек; 3 человека – статистики (подсчитывают количество баллов у команд); 2 человека – эксперты (оценивают ответы команд); остальные – болельщики. Командам к игре нужно подготовиться по вопросам выданным заранее. По ходу игры через 3–4 сектора можно делать сообщения «На научной волне».

**ХОД УРОКА**

Учитель.ХVII век - это время, когда люди обращаются к природе. В это время появилось целое племя прогрессивных естествоиспытателей, которые пытались проникнуть в самые сокровенные тайны природы. А что может быть более сокровенным, чем структурная и функциональная единица всех живых организмов. Что же это? Клетка – это бактерии ( прокариотические клетки),это грибы, это растения, это животные, это, наконец ,– мы с вами (эукариотические клетки). Живые организмы насчитывают до 200 разновидностей клеток, но всех их объединяет общность строения.( клетка, слайд №3 Вспомните « Знаменательные даты в развитии цитологии» ).

Цитология - молодая наука, она имеет точное время своего возникновения, начало развития цитологии стало возможным с изобретением микроскопа. В основе всего прекрасного, что создал человек - лежит клетка! **(Звучит музыка Вивальди и слайд шоу №2 – Пейзажи)**

 О, этот XVII век – век причудливых превращений и великих открытий чудной музыки Вивальди, которая звучит на сегодняшнем уроке. Музыка эта не подвластна времени, как и эти прекрасные пейзажи голландских, русских художников, а так же картины Николая Рериха, представленные в слайд-шоу. Неподвластны эти творения времени, потому, что в нотах этой музыки, в красках этой живописи звучит истинная философия жизни, в основе которой лежит клетка, открытая в этом же XVII веке. Сегодня мы проводим обобщающий урок по теме: «Основы цитологии». Девизом вам будут служить слова: «Прикинем, представим, найдем». Прослушав внимательно вопрос, вы можете прикинуть, представить и найти правильный ответ на него. Итак, в путь.

На игровом поле лежат **конверты с вопросами**. Ведущий при помощи рулетки выбирает вопрос и зачитывает его. На обсуждение вопроса отводится одна минута. Команда, которая первой поднимет руку, отвечает на вопрос. Затем зачитывается правильный ответ. Ответы оценивают эксперты, статистики ведут учет баллов на доске. На некоторые вопросы отвечают сразу все команды.

**Сектор 1**

Приведите примеры, объясняющие формулировку: «Мир живых существ представлен биологическими системами различной структурной организации и разного уровня соподчинения, или согласованности».

(Живые организмы образованы прокариотическими клетками- микробы и эукариотическими клетками-простейшие растения и животные. Здесь одна клетка выполняет все функции необходимые для осуществления жизнедеятельности организмов. А так же существуют многоклеточные организмы, где функции клеток специализированы, т.е , могут осуществлять только одну функцию и не могут существовать отдельно. У простейших организмов взаимосвязь между органами мене ярко выражена : если дождевого червя разрезать пополам, то произойдет полная регенерация, т.е каждая половинка достроит недостающую часть, что не возможно у более высоко организованных организмов.)

**Сектор 2**

**Блиц-турнир.** (Команда отвечает на 3 вопроса, на обсуждение каждого вопроса – 20 секунд. Правильный ответ на все 3 вопроса оценивается 1 баллом.

1. Какие «носильщики» работают в клетке, что и куда они переносят? (т-РНК переносят аминокислоты к месту синтеза белка.Гемоглобин крови транспортирует кислород и др. вещества.)

2. Где и с помощью чего происходит перевод текстов ДНК на язык белков? (В ядре клетки информация с матрицы ДНК переписывается на и-РНК, которая затем поступает к месту синтеза белка на гранулярную ЭПС.)

3. Дайте характеристику клеточному уровню организации живой материи? (Клетка является структурной и функциональной единицей живых организмов, она представляет собой саморегулирующиеся, самовоспроизводящуюся живую систему.Свободноживущих неклеточных форм жизни на Земле не существует)

**Сектор 3**

1) Химическая организация клетки

 а) макроэлементы, перечислите их, дайте их характеристику.

б) микроэлементы.

(C,H,O,N,S,P,Na,K,Ca,Mg,Fe,Cl

C,H,O,N- их 98% в клетке;

C,H,O,N,S,P- биоэлементы, в ходят в состав белков;

Na,K,Cl - обеспечивают проницаемость клеточных мембран и проводят импульс по нервному волокну;

Ca- участвует в формировании костной ткани, обеспечивает свертываемость крови и оказывает цементирующее действие в межклеточном пространстве;

P- участвует в формировании костной ткани и входит в состав АТФ;

Mg- в растительных клетках включен к хлорофилл в животных входит в состав ферментов.

Микроэлементы - все остальные элементы, их в клетке 0,02%, входят в состав ферментов, витаминов и гормонов).

**Сектор 4**

Музыкальная пауза.

**Сектор 5 (Слайд №33)**

Блиц-турнир.

1. Какие органоиды можно уподобить сборочному цеху? (Рибосомы.)

2. Какой органоид играет роль «силовой станции»? (Митохондрии.)

3. Внутри какого органоида находятся ферменты, способные расщеплять белки, жиры и углеводы? (В лизосомах.)

**Сектор 6 ( Слайд № 30 )**

Мономером белка являются……, в составе любых белков содержится……. ,аминокислот, общая структурная формула аминокислот …… ,аминокислоты соединены с помощью ……. , связей.

(аминокислоты ,20,\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, пептидных или амидных)

**Сектор 7**

Почему клетку называют саморегулирующейся, самовоспроизводящейся и открытой системой?

(В клетке протекают реакции обмена веществ, обеспечивающие постоянство внутренней среды, поэтому клетка – саморегулирующаяся система. Размножение происходит путем деления с образованием дочерней клетки, которая при отсутствии мутаций неотличима от материнской. Клетка является открытой системой, т.к. она обменивается веществом и энергией с окружающей средой.)

**Сектор 8 (Слайд № 31)**

Вам предлагается тест. Выберите правильные ответы и запишите их номера. На выполнение этого задания – одна минута.

1. При гидролизе АТФ образуется АДФ и фосфат.

2. Расщепление молекулы АТФ называется окислением.

3. АТФ – адениловый нуклеотид с присоединенными к нему двумя остатками фосфорной кислоты.

4. В состав АТФ входит три остатка фосфорной кислоты.

5. Молекула АТФ содержит две макроэргические связи.

6. Расщепление молекулы АТФ называется гидролизом.

7. АТФ образуется в лизосомах.

8. АТФ образуется в митохондриях клетки.

9. Молекула АТФ содержит три макроэргические связи.

10. АТФ – это разменная энергетическая валюта клетки.

(Правильные ответы: 1, 4, 5, 6, 8, 10.)

**Сектор 9 (Слайд № 33)**

Представьте себе, что вы находитесь внутри клетки, увеличенной в миллион раз. Попробуйте описать, что вы видите вокруг себя?(Ответ зависит от фантазии членов команды. Эксперты дают ему оценку.)

**Сектор 10 ( Слайд № 36)**

Чем определяется многообразие белков и их специфичность?(Многообразие белков определяется различным составом аминокислот и порядком их следования в цепи. Специфичность белка определяется его сложной структурой, сформировавшейся в процессе эволюции для выполнения определенной функции).

**Сектор 11( Слайд № 33) и ( слайд № 37)**

**Блиц-турнир.**

1. Дайте характеристику организменного уровня организации живой материи? (Органы-это структурно-функциональные объединения нескольких типов тканей, которые вместе выполняют целый ряд функций.)

2. В каком органоиде накапливаются продукты синтетической деятельности, которые затем поступают в цитоплазму? (Ферменты накапливаются в комплексе Гольджи.)

3. Как называется процесс поглощения мелких капель жидкости клетками? (Пиноцитоз.)

**Сектор 12**

Заполните таблицу. ( Раздать трафарет таблицы.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Признаки | РНК-рибонуклеиновые кислоты | ДНК-дезоксирибонуклеиновые кислоты |
| 1 | Нахождение в клетке  | В ядре,митохондриях,рибосомах,хлоропластах | В ядре, митохондриях, хлоропластах |
| 2 | В каком виде находится в ядре | В виде ядрышек | В виде хромосом  |
| 3 | Особенности строения макромолекул | Одинарная, полинуклеотидная цепочка (кроме вирусов) | Двойная спираль |
| 4 | Состав нуклеотида | 1. Азотистое основание

А-аденинУ-урацилГ-гуанинЦ-цитозин1. Углеводный компонент –рибоза
2. Остаток ортофосфорной кислоты
 | 1. Азотистое основание

А-аденин Т-тимин Г-гуанин Ц-цитозин 2.Углеводный компонент –дезоксирибоза3. Остаток ортофосфорной кислоты |
| 5 | Свойства | Не способна к редупликации (самоудвоению ) | Способна к редупликации по принципу комлементарности: А-Т, Г-Ц. |
| 6 | Функции | и –РНК определяет порядок аминокислот в белковых молекулах.т –РНК осуществляет доставку аминокислот к месту синтеза белка, т. е. к рибосомам.Р –РНК входит в состав рибосом. | Химическая основа гена.Хранит и передает наследственную информацию о структуре белков от материнской клетки к дочерним. |

**Сектор 13**

Заполните таблицу. ( Раздать трафарет таблицы.)

1. Липиды.

а) классификация липидов.

б) функции липидов.

в) строение и функции липопротеинов и гликолипидов.

**Л И П И Д Ы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| нейтральные, или жиры | воска | фосфолипиды | стероиды |
| Основная форма запасания липидов  | Секрет сальных желез у животных | Основа всех клеточных мембран | Входят в состав гормонов |
| Источник энергии | Защитный покров листьев и плодов у растений |  | В состав холестерина-важного компонента клеточных мембран  |
| Источник воды |  |  | В состав витаминов A,D,E,K. |
| Защитная функция в виде толстого подкожного жира |  |  |  |

Липопротеины - это липиды связанные в белками, выполняют транспортную и структурную функции. Гликолипиды - это липиды связанные с углеводами, являются компонентами клеточных мембран.

**Сектор 14 ( Слайд № 36)**

Охарактеризуйте функции белков : строительная, каталитическая, двигательная, транспортная, защитная, энергетическая. (строительная-белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов клетки; каталитическая- все ферменты - вещества белковой природы, ферменты – биологические катализаторы; двигательная функция обеспечивается сократительными белками; транспортная – заключается в присоединении химических элементов и перенос их к различным тканям и органам, например гемоглобин крови; защитная – обезвреживают не свойственные организму вещества, например лейкоциты; энергетическая- при полном расщеплении 1г белка выделяется 17,6 кДж энергии.)

**Сектор 15**

Какие организмы относятся к автотрофам, к гетеротрофам? (Автотрофы- это организмы осуществляющие питание (т.е . получающие энергию) за счет неорганических соединений, к ним относятся фототрофы и хемотрофы. Гетеротрофы- это организмы, которые питаются готовыми органическими веществами.)

**Сектор 16**

**Блиц-турнир.**

1. Дайте определение кариотипа. ( Кариотип- совокупность количественных (число и размеры) и качественных (форма) признаков хромосомного набора соматической клетки.

2. Как соотносится число хромосом в соматических и половых клетках? (В соматических клетках диплоидный набор хромосом, формула – 2n, а в половой - гаплоидный набор хромосом , формула - n.)

3. Почему анаэробный гликолиз уступил в процессе эволюции место аэробному дыханию? (Кислородное дыхание энергетически более выгодно.)

**Сектор 17**

Английский ученый Пристли обнаружил, что мышь не погибает в закрытом сосуде, если там находится живое растение. Что еще требуется в этих условиях для того, чтобы мышь осталась жива? (Необходим еще солнечный свет.)

**Сектор 18**

**Блиц-турнир.**

1. Какая структурная единица генетического кода ответственна за синтез определенной молекулы белка? (Ген.)

2. Какие составляющие клетки относятся к включениям, а какие к органоидам? ( Включениями называют непостоянные структуры цитоплазмы, которые то возникают ,то исчезают в процессе жизнедеятельности клетки. Органоиды- постоянные жизненно важные составные части клеток которые отвечают за выполнение той или иной функции.)

3. Для чего организм использует химическую энергию питательных веществ? (Для синтеза белков и других биомолекул, обеспечения обмена веществ и регуляции этих процессов, а также для размножения.)

**Сектор 19**

Уважаемые знатоки, во второй колонке таблицы перечислены различные клеточные структуры. Укажите, какие из названных в первой колонке функций или характеристик соответствуют каждой из этих структур.

**Таблица (слайд № 32)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Место синтеза белка.

2. Жесткий защитный покров некоторых клеток.3. Аппарат для накопления клеточных продуктов.4. Место протекания процессов фотосинтеза.5. Большое включение растительной клетки, заполненной жидкостью.6. Регулирует поступление веществ в клетку и из клетки.7. Участвуют в клеточном дыхании у эукариот.8. Содержит генетический материал эукариотической клетки. | а) клеточная мембрана;б) клеточная стенка;в) хлоропласт;д) ЭПС;е) жгутики;ж) комплекс Гольджи;и) митохондрии;к) ядро;л) рибосома;м) вакуоль. |

(Ответы: 1л, 2б, 3ж, 4в, 5м, 6а, 7и, 8к)

**Сектор 20 (Слайд № 36)**

**Блиц-турнир.**

1. Какие связи обеспечивают поддержание вторичной структуры белка? (Водородные.)

2. Куда транспортируются белки, синтезированные в гранулярной ЭПС? (В аппарат Гольджи.)

3. Какую функцию в клетке выполняют ядрышки? (Синтез рРНК и сборка субъединиц рибосом.)

***ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗНАНИЙ:***

**Задание для всего класса: Подпишите названия всех составляющих клетки. (слайд №5 )**

**Итог урока**

Статистики подсчитывают количество баллов, полученных командами. Команда, набравшая большее количество баллов, занимает первое место. Самый активный участник получает приз зрительских симпатий.

**Рефлексия (Слайд)**

* Сегодня на уроке…
* Было интересно…
* Было трудно…
* Я выполнял задания…
* Теперь я могу…
* У меня получилось…
* Меня удивило…
* Мне захотелось…
* С урока я уйду с … настроением.

**«На научной волне»**

*Профессиональная направленность*

Что изучает цитология. Закономерности строения и функций клеток, лежащие в основе организации всех одноклеточных и многоклеточных организмов, исследует цитология.

Специалист-цитолог наблюдает и сопоставляет тонкие детали строения клеточных структур, анализируя объекты при помощи современных светооптических и электронных микроскопов. В этой работе ему помогают зрительная память и навыки рисования.

Однако понимание исследуемых структур невозможно без анализа их химической организации. Поэтому цитолог должен владеть тонкими цитохимическими методами исследования, которые позволяют проследить биохимические процессы, протекающие в клетке.

Обширной и широко разрабатываемой областью цитологии является сейчас культивирование вне организма клеток животных и растительных организмов. Цитолог, специализирующийся в этой области, владеет методом прижизненного микроскопирования, умеет быстро распознавать и устранять неблагоприятные факторы, препятствующие росту клеток.

Современная цитология представляет собой одну из важнейших фундаментальных биологических дисциплин.

Сложность работы цитолога заключается в том, что методы цитологических исследований весьма трудоемки и требуют от специалистов большого упорства, природной наблюдательности, способности к многократным повторным операциям, умения вовремя устранить даже незначительные огрехи в работе.

Цитологи нужны в академических институтах, занимающихся разработкой фундаментальных проблем современной биологии, в медицинских и ветеринарных научных институтах, в учреждениях, разрабатывающих основы биотехнологии.

**Прионовые болезни животных и человека**

Скрепи – болезнь овец, впервые описанная в Исландии в XVIII в. Перенесена в Шотландию в 1940-е гг. Аналогичное заболевание поражает и других животных, например, норок, кошек и оленей.

«Коровье бешенство» (губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота). В Англии коровы были заражены ею из-за того, что в их рацион попали потроха овец, больных скрепи. Эпидемия возникла в 1985 г., но из-за длительного инкубационного периода она достигла пика лишь к 1992 г.

Куру («смеющаяся смерть») – болезнь, открытая в 1956 г. в племени форе в Новой Гвинее. Свое название получила из-за периодически начинающегося у больных бесконтрольного смеха. От появления первых симптомов до смерти проходит от 3 до 12 месяцев. Американский ученый Д.К. Гайдузек выяснил, что болезнь передавалась из-за ритуала погребения, в ходе которого аборигены съедали мозг умершего. За эту работу Гайдузек в 1976 г. был удостоен Нобелевской премии.

Болезнь Гертсманна–Штраусслера–Шейнкера – наследственное заболевание, вызываемое мутацией гена, кодирующего прионовый белок человека. Выявлено примерно 50 семей с подобными мутациями. От появления первых симптомов до смерти может пройти от 2 до 6 лет.

Фатальная семейная бессонница вызывается другой мутацией гена, кодирующего прионовый белок человека. Носители такой мутации обнаружены в 9 семьях. От появления первых симптомов до смерти может пройти около одного года.

Болезнь Крейтцфельдта-Якоба. Этим заболеванием поражено около 1 млн человек. В 85–90% случаев было показано, что болезнь возникла спонтанно. В 10–15% случаев заболевание вызывалось мутацией гена, кодирующего прионовый белок. В редких случаях причиной болезни была инфекция, переданная через препараты, полученные из мозга больных. Известно около 100 семей, являющихся носителями мутаций, вызывающих эту болезнь. От первых симптомов болезни до смерти проходит около одного года.

Н овый вариант болезни Крейтцфельдта-Якоба происходит, вероятно, от «коровьего бешенства».

**Антибиотики**

Лечебное действие ряда антибиотиков основано на подавлении синтеза белка у возбудителя болезни. Поскольку рибосомы бактерий несколько отличатся от рибосом эукариотических клеток, некоторые антибиотики подавляют синтез белка только у бактерий, не нарушая его в клетках организма-хозяина. Есть и такие антибиотики, которые подавляют синтез белка во всех клетках: их применение при бактериальных и грибковых заболеваниях основано на том, что у этих паразитов синтез белка протекает обычно быстрее, нежели у их хозяев.

Тетрациклин препятствует связыванию тРНК с рибосомами. Пуромицин связывается с рибосомой и присоединяется к растущей полипептидной цепи, а т.к. пуромицин не может перемещаться на рибосоме, то дальнейший синтез белка в его присутствии приостанавливается. Циклогексимид, блокирующий синтез белка только на рибосомах небактериальных клеток, применяется при грибковых заболеваниях.

Наука развивается от простого к сложному. Сначала было установлено атомное строение простейших кристаллов – каменной соли, железа, алмаза, элементарная ячейка которых включала всего лишь несколько атомов. Потом кристаллографы научились определять более сложные структуры минералов и кристаллов органических веществ. В 1935 г. знаменитый английский физик и философ Джон Бернал понял, что ключом к определению белковых молекул может служить кристаллическая структура, поэтому нужно получить кристалл, построенный из белковых молекул. Тогда методом рентгенографии можно определить его строение и строение отдельной белковой молекулы.

Но от получения первых рентгенограмм до первых реальных определений структуры белковых кристаллов прошло еще 25 лет: в начале 1960-х гг. английские ученые Кендрью и Перутц сделали первые расшифровки белков миоглобина и гемоглобина. Кристаллы белков очень сложны и расшифровка их – дело трудное. Развитие биохимической техники, автоматизация эксперимента и расчетов – все это ускорило расшифровку структур белков.

В настоящее время уже известно несколько тысяч белковых структур. Все они построены из 20 главных аминокислот.

Причина многих болезней – неправильное сворачивание молекулы белка

Несколько десятилетий назад было обнаружено, что белки в растворе имеют неприятную тенденцию образовывать нерастворимые агрегаты. Эти агрегаты исследователи воспринимали как отбросы, грязь, от которой каждый хотел бы избавиться. Но теперь оказалось, что изучение этих отбросов может оказаться весьма полезным.

В последние годы стало понятно, что агрегация белков в пробирке очень похожа на образование амилоидных отложений в тканях. Эти отложения являются признаками дюжины различных заболеваний, из которых самое известное – болезнь Альцгеймера, сопровождающая общим расстройством памяти в пожилом возрасте.

Общеизвестно, что белок представляет длинную цепь аминокислот – полипептидную цепь. У нормальных активных белков она не линейна, а свернута в специфическую трехмерную структуру. Процесс сворачивания полипептидной цепи называют фолдингом (от англ. folding – складывание, сворачивание). Исследования показали, что как агрегация белка в пробирке, так и образование амилоидных отложений происходит при дефектах фолдинга: не полностью свернутые молекулы сцепляются друг с другом и образуют нерастворимые волокнистые агрегаты. («Биология», № 4/1998.)

**Аминокислоты стимулируют иммунитет.**

В последние годы ученые все глубже понимают устройство защитных сил организма, его иммунную систему. Очень интересен вопрос о том, как возбуждается активность иммунитета, что именно заставляет организм при появлении «чужака» вырабатывать антитела. Известно, что таким действием обладает ряд природных пептидов – малых белков. Но ведь пептиды, как и всякие белки, состоят из аминокислот и сами по себе обладают способностью стимулировать иммунитет!

Ученые петербургского Института экспериментальной медицины провели специальное исследование. Подопытным животным вводили различные аминокислоты и затем определяли, какие из них ускоряют преобразование клеток костного мозга в Т-лимфоциты и какие увеличивают выработку антител в ответ на появление чужака.

Выяснялось, что из 20 аминокислот 9 обладают способностью ускорять производство Т-лимфоцитов. Они же усиливают иммунный ответ – выработку антител. Своеобразным лидером оказалась аспарагиновая кислота.

Ученые проанализировали первичные структуры многих биологически активных пептидов и обнаружили, что стимулирующие иммунитет аминокислоты присутствуют преимущественно в иммуноактивных пептидах тимуса; высоко их содержание и в головном мозге.

Результаты этих опытов имеют большое значение для понимания механизмов иммунитета и регуляции гомеостаза организма в целом, а также могут быть использованы и в медицинской практике. («Наука и жизнь», № 8/1988.)

**Знаменательные даты в развитии цитологии**

1600 г. – изготовлен первый микроскоп (Г.Галилей).

1665 г. – обнаружена клеточная структура пробки (Р.Гук).

1680 г. – открыты клетки простейших животных (Антони ван Левенгук).

1831 г. – открыто клеточное ядро (Р.Броун).

1839 г. – сформулирована клеточная теория (Т.Шванн).

1862 г.– показано фотосинтическое происхождение крахмала (Ю.Сакс).

1871 г. – открыты нуклеиновые кислоты (Ф.Мишер).

1892 г. – открыты вирусы (Д.Ивановский).

1903 г. – привлечено внимание к роли зеленых растений в космическом круговороте энергии и веществ (К.Тимирязев).

1953 г. – сформулированы представления о структуре ДНК (Д.Уотсон и Ф.Крик). (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Биология», № 1/1984.)

