

ХIII Областной конкурс методических материалов для педагогических работников, реализующих дополнительные общеобразовательные программы

Номинация: методические рекомендации

МАОУ ДО Дворец творчества детей и молодёжи г. Томска

Тема: От фотосинтеза к солнечной батарее.  
Междисциплинарный модуль «Физика фотосинтеза» .

Автор методических рекомендаций : Михайлова Наталья Владимировна,

методист инновационного отдела, педагог Центра научно-технического и естественнонаучного творчества школьников

Год разработки методических рекомендаций : 2018

## **Содержание**

Введение .....	2
Первое занятие модуля..... «Лист – вегетативный орган растения»	3 – 7
Второе занятие модуля..... «Первые автофототрофы – цианеи»	8 - 10
Третье занятие модуля .....	11 – 13
«Сравнительная характеристика синтеза АТФ и фотосинтеза. Эволюционное значение фотосинтеза»	
Четвертое занятие модуля .....	13 – 14
«Солнечная энергетика – шаг к устойчивому развитию»	
Ссылки на электронные ресурсы.....	14
Заключение.....	14

Название: **От фотосинтеза к солнечной батарее.**

**Междисциплинарный модуль «Физика фотосинтеза» .**

4 занятия интегративного типа (биология, физика, экология).

**Целевая группа: обучающиеся 8-11 классов.**

**Оборудование :** микроскопы, наборы для приготовления микропрепаратов ( предметные и покровные стекла, пипетки, препаровальные иглы, вода, фильтровальная бумага); интерактивная доска, доска или флипчарт, маркеры, портативная автономная солнечная электростанция ( можно использовать портативные панели для зарядки планшетов, телефонов).

**Аннотация.**

В Стратегии научно – технологического развития России, утверждённой Владимиром Владимировичем Путиным 1 декабря 2016 года, обозначен запрос общества и рынка труда на качественный образовательный продукт, формирование развивающей среды нового типа, в частности, для знакомства школьников с актуальными сегодня природоподобными технологиями. Использование экологически чистых возобновляемых альтернативных источников энергии – одна из них. В связи с этим, актуально проведение интегративных занятий (модулей) , одним из которых и является представленный на конкурс.

«Фотосинтез» и «Синтез АТФ» - относительно сложные темы для восприятия школьниками. Интегрированная форма проведения занятий позволяет увлечь подростков значимостью изучаемых тем в эволюции жизни на Земле. Именно эта «призма» подачи материала, необычная для традиционной школы, позволяет «разложить по полочкам», усвоить сложный материал. Алгоритмизированные схемы, предложенные еще в 1991 году Татьяной Львовной Богдановой, облегчают задачу педагога.

«Физика фотосинтеза» преднамеренно отделена от «пугающей» школьника органической химии фотосинтеза. К ее изучению целесообразно приступить после освоения блока «Физика фотосинтеза» и использовать уже не пособие Т.Л.Богдановой, а трехтомник «Биологии» Н.Грина, У.Стаута, Д.Тейлора ( фрагментарно).

Справочник Т.Л.Богдановой размещен в свободном доступе в сети интернет, что облегчает подготовку педагога.

## **Методические рекомендации.**

«Хлорофилловое зерно служит  
посредником между жизнью на  
Земле и Солнцем»  
К.А.Тимирязев

### **Введение**

Опираясь на многолетний опыт преподавания биологии, разработки интегрированных занятий, хотелось бы обратить внимание педагога на следующие моменты:

- курс ботаники в программе 6 класса обычной школы – дети этого возраста не обладают достаточным багажом знаний для восприятия эволюционного значения фотосинтеза как крупнейшего ароморфоза эволюции растительного мира Земли, поэтому имеющиеся у школьника знания ботаники целесообразно не только «освежить», но и систематизировать, дополнить научной информацией;
- необходимо формировать научный лексикон школьника, «разбирая по косточкам» каждое понятие (прокариоты, эукариоты, автофототрофы, гетеротрофы и т.д.);
- целесообразно «уходить на время» от пугающего формулами химизма процессов – «сеять» эту информацию на «подготовленную почву»;
- активно использовать все виды памяти (зрительную, слуховую, тактильную), особенно, ассоциативную, как превалирующую с возрастом;
- применять визуализацию, алгоритмизацию (схемы) подачи материала;
- «услышать каждого» без перегрузки повторением ( «правило поднятой руки»);
- основной критерий успешно реализованного образовательного блока, как это не высокопарно звучит, но сформированное у школьника восхищение лаконичным изяществом Природы при организации важнейшего и сложнейшего процесса на Земле – «усвоения» (использования) энергии Солнца, и удовлетворение действиями Человека по использованию альтернативных источников энергии.

### **Детальный сценарий 4 занятий с описанием деятельности педагога и деятельности обучающихся.**

#### **Занятие первое.**

Лист - вегетативный орган растения.

Практическая работа «Внешнее строение листа».

Лабораторная работа «Строение клеток эпидермиса листа каланхоэ».

Фотосинтез – основная функция листа.

Сравнительная характеристика строения двухмембранных структур клетки: хлоропласта и митохондрии.

Хронометраж на занятии	Педагог	Обучающиеся
Подготовка к занятию.	Готовит к уроку гербарный или «живой» раздаточный материал: черешковые простые и сложные листья двудольных и сидячие листья злаковых или лилейных.	Повторяют все, что знают из курса «Ботаники» о вегетативном органе покрытосеменных – листе, взаимосвязи его строения и выполняемых функций.
0-9 минута	<p>Педагог приветствует обучающихся и в форме фронтального опроса-беседы обсуждает с обучающимися вопросы :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зачем растению лист? - почему лист состоит из черешка и листовой пластинки?</li> <li>- какой лист «прогрессивнее» - сидячий или черешковый, простой или сложный.</li> </ul> <p>Педагог задает вопрос: зачем листу жилка? что это?</p>	<p>Обучающиеся определяют в раздаточном материале :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- черешковый лист двудольного;</li> <li>- сидячий лист однодольного;</li> <li>- делают вывод, что черешковый лист лучше приспособлен для «движения за солнцем»</li> <li>- источником энергии для растения ;</li> <li>- обучающиеся, умеющие рисовать, вспоминают термин «листовая мозаика»;</li> <li>- затем они делают вывод о том, что сложный лист более прогрессивен , чем простой – каждая листовая пластинка поворачивается под самым «эффективным» для фотосинтеза углом к свету.</li> </ul> <p>Обучающиеся дают определение жилке листа – сосудисто-волокнистый пучок ( проводящая ткань : ситовидные трубки –</p>

		<p>живые – флоэма – выносят продукт фотосинтеза из листа – глюкозу; сосуды – мертвые – ксилема – приносят воду для фотосинтеза; механическая ткань – волокна – опора для мякоти листа).</p> <p>По ходу обсуждения обучающиеся делают простым карандашом зарисовки с записями в своих тетрадях.</p>
<p>10 – 19 минута</p>	<p>Педагог предлагает приготовить микропрепарат из кожицы листа комнатного растения каланхоэ, напоминая, обзорно, какое стекло называется предметным, какое – покровным, зачем нужна пипетка и препаровальная игла, как (под острым углом) накрывают каплю воды с фрагментом кожицы листа покровным стеклом, чтобы не было пузырьков воздуха, как добавить или удалить избыток воды; главное, обращает внимание обучающихся на тот факт, что микропрепарат должен быть толщиной в один слой клеток – не более! для прохождения луча света в микроскопе.</p> <p>Затем педагог спрашивает у обучающихся: « При каком увеличении – малом или большом, стоит проводить микроскопию?» Что можно увидеть под микроскопом?» «Почему в клетках эпидермиса хлорофилла нет, а в замыкающих клетках устьиц</p>	<p>Обучающиеся, переговариваясь, «подсматривая» друг у друга, готовят микропрепараты из нижней кожицы листа каланхоэ.</p> <p>Обучающиеся делают вывод, что микропрепарат достаточно посмотреть при малом увеличении, чтобы увидеть прозрачные клетки эпидермиса ( покровная ткань- защита) и устьица ( две замыкающие клетки с хлорофиллом, устьичная щель); одобряют выбор педагога – нижней кожицы листа – больше устьиц; вспоминают функции устьица : газообмен ( кислород для дыхания, углекислый газ для фотосинтеза) и транспирация</p>

	он есть?»	(испарение воды – защита от перегрева).
19 – 29 минута	Педагог отслеживает работу обучающихся с микроскопом, помогает, «держит» алгоритм : - подготовка микроскопа к работе; - размещение микропрепарата на предметном столике, закрепление; - работа макровинтом; - работа микровинтом; - поиск устьица, фрагмента мезофилла; - зарисовка поля зрения с условными обозначениями.	Обучающиеся работают с микроскопами, находят клетки эпидермиса и устьица, зарисовывают поле зрения в тетрадь, ведут короткую запись, определяю увеличение (показатель объектива х показатель окуляра). Находят фрагменты мезофилла – мякоти листа – ассимиляционной паренхимы – основной ткани, видят обилие хлоропластов. Делаю вывод о том, что основная функция мезофилла – фотосинтез.
30-37 минута	Педагог на доске, а обучающиеся в тетрадях зарисовывают схемы строения хлоропласта и митохондрии. Педагог «выстраивает ассоциацию» : «монетные столбики» - грана из тилакоидов. Ламелла – одиночный тилакоид.	Обучающиеся в тетрадях зарисовывают схемы, делают вывод о том, что митохондрия и хлоропласт – двухмембранные структуры клетки; внешняя мембрана у них гладкая, внутренняя складчатая ( кристы митохондрий и тилакоиды гран хлоропластов) для увеличения активной поверхности.
38 – 45 минута	Педагог проверяет фиксирование новой важной информации во временной памяти обучающихся (блиц-тест из 10 вопросов, озвучивает вопрос, обучающиеся в тетради	Обучающиеся в тетради в столбик нумеруют вопросы от 1 до 10, напротив номера записывают ответ на вопрос, сверяют свой ответ с ответом учителя

	<p>записывают только ответ). Затем педагог еще раз озвучивает десять вопросов с ответом ( 10 для простейшего «перевода» в 5 бальную систему оценки : 9-10 – оценка «5», 7-8 – «4», 5-6 – «3», ниже – «2»).</p> <p>Записывая балы в журнал, педагог тем самым отмечает фамилии присутствующих.</p> <p>Пример блиц - теста :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. чем представлено устье листа ( две замыкающие клетки и устьичная щель);</li> <li>2. что образует внутренняя мембрана хлоропласта ( тилакоиды гран);</li> <li>3. что образует внутренняя мембрана митохондрий ( кристы);</li> <li>4. как называется одиночный тилакоид (ламелла);</li> <li>5. что такое грана ( «стопка» тилакоидов);</li> <li>6.почему замыкающие клетки устьица имеют хлоропласты (выработка глюкозы для выработки – АТФ )</li> <li>7.какой лист эволюционно более прогрессивен ( сложный черешковый)</li> <li>8. синоним названия ассимиляционной паренхимы листа (мезофилл)</li> <li>9.что приносят и выносят жилки листа (ситовидные трубки выносят глюкозу – продукт фотосинтеза, сосуды приносят воду для фотосинтеза)</li> <li>10. содержат ли клетки эпидермиса хлорофилл (нет, он не нужен для выполнения защитной функции).</li> </ol>	<p>– выставляют бал в зависимости от числа верных ответов и сообщают бал педагогу.</p>
--	---	--

### Занятие второе.

Первые «фотосинтетики» - автофототрофы – цианеи и одноклеточные зеленые водоросли.

Фотосинтез (схема).

Хронометраж на занятии	Педагог	Обучающиеся.
0-9 минута	Педагог предлагает приготовить микропрепараты и посмотреть под микроскопом две взвеси зеленого цвета, попытаться определить какими живыми организмами (сужает – «не животными») они представлены. Педагог задает вопрос : « Хроматофор – синоним хлоропласта или?», помогает обучающимся сделать вывод, что для фотосинтеза нужен хлорофилл.	Обучающиеся предполагают, что это – цианеи и одноклеточные зеленые водоросли. В одном из микропрепаратов безошибочно «узнаю» хлореллу ( одноклеточная, с чашеобразным хроматофором). Обучающиеся предполагают или знают, что хроматофор – органоид водорослей – примитивных растительных организмов, устроен проще, чем хлоропласт, но содержит хлорофилл и участвует в фотосинтезе. Цианеи – цианобактерии – первые авто-«сам»-фото-«свет»-трофы- «питание». Их называли сине-зелёными водорослями, пока не обнаружили отсутствие ядра (прокариоты).
9-19 минута	Педагог рисует на доске ( флип-чарте) схему фотосинтеза, предложенную Т.Л. Богдановой в пособии для поступающих в ВУЗ, и поясняет по ходу.	Обучающиеся рисуют схему, делают пометки в распечатанном конспекте из учебного пособия Т.П.Богдановой.

	<p>Педагог акцентирует внимание на том, где протекает световая фаза, а где темновая; что темновая фаза не связана с мембраной тилакоида грани, протекает в строме хлоропласта. Объясняет, что протонный канал открывается при достижении разности потенциалов 0,2 в. Тогда обучающимся становится понятно, почему внутренняя мембрана хлоропласта складчатая – увеличение активной поверхности</p>	<p>«Включаются » три вида памяти – слуховая, зрительная, тактильная. Предложенный материал сложноват для восприятия обучающихся, поэтому визуализация в виде схемы, алгоритмизация этапов помогают его усвоить.</p>
20-29 минута	<p>Педагог предлагает обучающимся, по желанию, выйти к доске и объяснить этапы фотосинтеза по схеме. Фактически он создает условия для совместного выполнения домашнего задания. К 5-6 повторению схемы вслух и обсуждению в группе не остается тех, кто не понял схему протекания фотосинтеза в хлоропласте.</p>	<p>Обучающиеся, по желанию, по одному, выходят к доске и разбирают схему фотосинтеза. К 5-6 повторению схемы вслух в группе не остается тех, кто не понял бы схему протекания фотосинтеза в хлоропласте.</p>
30-39 минута	<p>Педагог проверяет фиксирование новой важной информации во временной памяти обучающихся ( блиц-тест из 10 вопросов, педагог озвучивает вопрос, обучающиеся в тетради записывают только ответ). Затем педагог еще раз озвучивает десять вопросов с ответом ( 10 для простейшего «перевода» в 5 бальную систему оценки : 9-10 – оценка «5», 7-8 – «4», 5-6 – «3», ниже – «2»). Записывая балы в журнал, педагог тем самым отмечает</p>	<p>Обучающиеся в тетради в столбик нумеруют вопросы от 1 до 10, напротив номера записывают ответ на вопрос, сверяют свой ответ с ответом учителя – выставляют бал в зависимости от числа верных ответов и сообщают бал педагогу.</p>

	<p>фамилии присутствующих.          Пример вопросов блиц-теста          (обычно, педагог ориентируется на те термины, которые вызвали у обучающихся затруднения)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Куда встроена молекула хлорофилла в хлоропласте? (в мембрану тилакоида граны)</li> <li>2. Что является побочным продуктом фотосинтеза? (кислород)</li> <li>3. Какой фермент участвует в образовании протонного канала? (АТФ-синтетаза)</li> <li>4. Что синтезируется на выходе из протонного канала? (АТФ)</li> <li>5. Где протекает темновая фаза фотосинтеза? (в строме хлоропласта)</li> <li>6. Что участвует в фиксации углекислого газа? (пентозы цикла Кальвина)</li> <li>7. Основным продуктом фотосинтеза? (глюкоза)</li> <li>8. Переносчик водорода? (НАДФ+)</li> <li>9. Разность потенциалов, при которой открывается протонный канал? (0,2 в)</li> <li>10. Какое качество мембраны делает возможным ее поляризацию? (избирательная проводимость)</li> </ol>	
40-45 минута	Педагог озвучивает домашнее задание :охарактеризовать значение фотосинтеза в эволюции живого мира Земли.	Обучающиеся фиксируют домашнее задание.

### Занятие третье.

Синтез АТФ (схема).

Сравнительная характеристика фотосинтеза и синтеза АТФ (по схемам).

Эволюционное значение фотосинтеза

Хронометраж ( на	Педагог	Обучающиеся
------------------	---------	-------------

занятии)		
0-10 минута	<p>Педагог рисует на доске схему синтеза АТФ, предложенную Т.Л. Богдановой в пособии для поступающих в ВУЗ, и по ходу поясняет .</p> <p>Педагог акцентирует внимание на сходстве в строении хлоропласта и митохондрии, на этап поляризации внутренней мембраны</p>	<p>Обучающиеся рисуют схему, делают пометки в распечатанном конспекте из учебного пособия Т.П.Богдановой.</p> <p>«Включаются » три вида памяти – слуховая, зрительная, тактильная.</p> <p>Предложенный материал сложноват для восприятия обучающихся, поэтому визуализация в виде схемы, алгоритмизация этапов помогают его усвоить.</p>
11 – 20 минута	<p>Педагог на экране доски сопоставляет две схемы – фотосинтеза и синтеза АТФ.</p>	<p>Обучающиеся на схемах находят «общие этапы» ( поляризация мембраны, протонный канал)</p>
21-30 минута	<p>Педагог обсуждает с обучающимися гипотезу симбиогенеза возникновения в клетках эукариот таких сложных двухмембранных структур как митохондрия и просит обучающихся привести неоспоримое доказательство этой гипотезы.</p> <p>В зависимости от осведомленности обучающихся , педагог может вскользь затронуть тему «Митохондриальной Евы».</p> <p>Кроме того, педагог</p>	<p>Обучающиеся констатируют тот факт, что митохондриальная ДНК отличается от ядерной.</p> <p>Обучающиеся получают задание :доказать, что фотосинтез – ароморфоз, систематизировав все аспекты его значения.</p> <p>Для этого они</p>

	предлагает обучающимся вспомнить понятие «ароморфоз» (эволюционные изменения, приводящие к подъему организации на целую ступень) и определить, является ли фотосинтез – ароморфозом.? Какой эры? ( архей)	делятся на малые группы ( рассчитаться на 1,2,3 – самое простое)
31-40 минута	Педагог, в ходе обсуждения с ребятами, на доске (флип-чарте) фиксирует векторы предстоящего обсуждения: - «перевод» солнечной энергии в энергию химических связей – продукт фотосинтеза – энергоемкая глюкоза ( источник энергии для синтеза АТФ ) – предпосылка для появления гетеротрофов; - побочный продукт – кислород – предпосылка для появления аэробов с высоким КПД «усвоения» органических веществ ( педагог напоминает, что первоначально использовалась не вода, а сероводород и побочного продукта кислорода не было); - кислород при грозовых разрядах превращается в озон – озоновый экран защищает все живое от губительного действия космических лучей – предпосылка для «выхода жизни на сушу».	Работа в группах – подготовка презентации «своего» вектора значения фотосинтеза, выбор ( выявление) лидера, способного представить работу команды.
40-45 минута	Педагог предлагает дома познакомиться с информацией об альтернативных источниках энергии и 17 целями устойчивого развития – подготовиться к осуждению на заключительном занятии.	Запись домашнего задания

### Занятие четвертое (заключительное).

Солнечная энергетика – шаг к устойчивому развитию (семинар).

Практическая работа «Принцип работы автономной солнечной батареи».

Хронометраж (на занятии)	Педагог	Обучающиеся
0- 15 минута	Педагог демонстрирует работу автономной солнечной батареи. Задает вопрос о том, почему (как) у человечества появилась идея использовать энергию солнца?	Обучающиеся в обсуждении проводят аналогию между естественными процессами, протекающими в природе ( фотосинтез ), и использованием альтернативных источников энергии.
16 – 31 минута	Педагог предлагает ребятам произвольно объединиться в группы и представить для обсуждения информацию об альтернативных источниках энергии, подготовленную дома.	Обучающиеся решают, кто какой альтернативный источник ( вода, ветер, солнце) будет представлять, объединяются в группы, обсуждают и представляют информацию об альтернативных источниках энергии, пользуясь «правилом поднятой руки» Если во время презентации обучающийся поднимает молча руку – это знак о том, что с этой информацией он знаком; в случае, если опущенных рук нет, презентующий останавливает свое выступление.
32 – 45 минута	Педагог на экране размещает таблицу с 17 целями	Обучающиеся представляют

	устойчивого развития и просит найти цель, касающуюся использования альтернативных источников энергии; затем обращается к обучающим с предложением поделиться информацией об устойчивом развитии.	информацию об устойчивом развитии, дополняя друг друга, пользуясь «правилом поднятой руки».
--	--	---

**Схемы и их описание** размещены на электронном ресурсе :

<http://booksshare.net/index.php?id1=4&category=biol&author=bogdanova-tl&book=1991&page=1>

Фотосинтез стр. 58-60

Синтез АТФ стр. 53-56

### **Заключение**

Освоение школьниками темы «Фотосинтез» целесообразно сочетать с освоением темы «Синтез АТФ», вводя сравнительные характеристики процессов. Митохондрии и хлоропласты имеют сходное строение, являясь двухмембранными структурами клетки. В физике фотосинтеза и физике синтеза АТФ есть одинаковые этапы (поляризация мембраны, образование протонного канала). Кроме того, основным продуктом фотосинтеза является глюкоза – исходный продукт для синтеза АТФ.