

УДК 581.13:113

DOI 10.24411/2309-4370-2019-14310

Статья поступила в редакцию 27.07.2019

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ
УГЛЕВОДНОГО МЕТАБОЛИЗМА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ КАК СОПРЯЖЕННОЙ СИСТЕМЫ**

© 2019

Похлебаев Сергей Михайлович, доктор педагогических наук,
профессор кафедры общей биологии и физиологии
Агеева Дарья Федоровна, студент естественно-технологического факультета
Третьякова Ирина Анатольевна, кандидат биологических наук,
доцент кафедры общей биологии и физиологии
*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(г. Челябинск, Российская Федерация)*

Аннотация. Выбор темы исследования обусловлен тем, что фотосинтез является основой анаболизма не только для растений, но и для всех живых организмов на Земле, в то время как дыхание является основой их катаболизма. В свою очередь, анаболизм и катаболизм являются звеньями метаболизма, который определяет жизнедеятельность любого типа клеток и целого организма. В работе раскрывается методологический потенциал обобщенной ранее авторами категории сопряжения при изучении таких важнейших физиолого-биохимических процессов, как фотосинтез и дыхание. Целенаправленное использование этой естественнонаучной категории обучающимися при выявлении сущности фотосинтеза и дыхания вооружит их эффективным метапредметным (методологическим) средством познания. Усвоение понятия «сопряжение» как важнейшей категории, отражающей одну из внутренних сторон взаимодействия, позволяет понять один из конкретных механизмов организации, функционирования и эволюции материи в целом. Такое осмысление внесет определенный вклад в формирование современного экологического мышления, сознания учащихся и студентов, адекватного уровню развития современной науки. Разработанная авторами образно-знаковая модель позволит более эффективно формировать понятия о фотосинтезе, дыхании и углеводном метаболизме как сопряженной системе на теоретическом уровне.

Ключевые слова: материя; принципы; категории; взаимодействие; сопряжение; методология; исторический подход; системный подход; моделирование; методика; растительная клетка; вещество; энергия; информация; эволюция; метаболизм; фотосинтез; дыхание; углеводный обмен; диалектический стиль мышления.

Принципы диалектического материализма, раскрывающие всеобщие свойства и законы движения материи, выполняют функции мировоззрения и методологии естествознания. При изучении конкретных объектов и явлений природы эти принципы должны быть уточнены (конкретизированы) на основе достижений науки, для того чтобы более эффективно использовать их методологический потенциал.

Целью настоящего исследования явилось демонстрация методологического потенциала категории сопряжения как внутренней стороны взаимодействия, отражающей один из механизмов взаимосвязи между фотосинтезом и дыханием, который непрерывно обеспечивает растительную клетку энергетическим и пластическим материалом, необходимыми для ее жизнедеятельности.

Анализ состояния современного естествознания позволяет утверждать, что в понимании сущности принципов и законов организации и эволюции материи основополагающую роль играет философская категория взаимодействия. [1; 2]. Взаимодействие как всеобщая форма связи тел и явлений так же неисчерпаемо, как и движущаяся материя. Отсюда следует, что неисчерпаемость форм движения материи опосредует неисчерпаемость и форм взаимодействий. Кроме того, при анализе категории взаимодействия обнаруживается, что взаимодействие имеет как внешнюю, так и внутреннюю стороны [3]. В наших исследованиях при изучении биологических объектов и явлений приоритет был отдан внутренней стороне взаимодействия, которая отражает их содержательную характеристику. Кроме того, одна из внутренних сторон взаимодействия, которая обуславливает возникновение качественно новых мате-

риальных систем, была ранее обозначена нами как сопряжение [4; 5]. Как внутренняя сторона взаимодействия сопряжение играет важнейшую роль в организации и эволюции материи, в целом, и биологической формы ее движения, в частности [6; 7]. Рациональность данного тезиса подтверждается мнением известных ученых, которые отмечают, что «в процессе химической эволюции при наличии всех необходимых для нее условий происходит усиление роли сопряженности. Последовательные сопряженные процессы выступают как существенная сторона организации динамических неравновесных систем» [8, с. 165]. Следует лишь добавить, что биологические системы всех уровней организации, начиная с клетки и заканчивая биосферой, являются неравновесными динамическими системами.

Функционирование растительной клетки как элементарной живой системы обусловлено многими видами физических и химических форм сопряжения: энергетическое сопряжение, сопряженные электроны в химических связях биологически активных соединений, сопряженные окислительно-восстановительные реакции и т.д. В процессе длительной эволюции биологической формы движения материи возникли качественно новые виды сопряжения – «сопрягающие мембраны» и «сопрягающие органеллы» [9, с. 9; 10]. В свою очередь, мембранный принцип организации материи обеспечил возникновение такой уникальной сопряженной системы, как клетка, которой присуще явление жизни. Сказанное позволяет характеризовать клетку как элементарную сопряженную живую систему, а понятие «сопряжение», по-видимому, можно использовать в определениях живых систем, в целом.

Из этого следует, что категория сопряжения может выполнять методологическую роль в понимании сущности метаболизма растительной клетки, который, в свою очередь, определяет стратегию изучения обучающимися всего курса «Физиологии растений». Это детерминировано тем, что на клеточном уровне выявляются те молекулярные механизмы, которые лежат в основе функционирования любого организма. Данную особенность очень тонко подметил Джон Уилсон: «Ключ к решению любой биологической проблемы, в конечном счете, следует искать в клетке» [11, с. 6]. «На клеточном уровне сопрягаются передача информации и превращение вещества и энергии» [12, с. 5]. Поэтому в образовательной области понятия «вещество», «энергия» и «информация» играют важнейшую роль в понимании сущности проявлений жизни на всех уровнях ее организации, и в первую очередь на клеточном уровне [10; 13; 14]. О высоком содержательном уровне этих понятий свидетельствует мнение известного генетика Н.П. Дубинина, который писал, что вещество, энергия и информация являются триадой жизни [15].

Согласно Н.М. Верзилину и В.М. Корсунской, «важнейшее понятие об обмене веществ, связанном с жизненными функциями и условиями жизни, требует особого внимания» [16, с. 90]. «Планомерному развитию понятия об обмене веществ мешает ... отсутствие должного внимания обмену внутриклеточному, внутритканевому и превращениям энергии» [16, с. 93]. Подтверждением важности клеточного метаболизма является также регулярное переиздание трехтомника под названием «Молекулярная биология клетки», где объединены результаты исследований на клеточном уровне ведущих ученых.

В основе метаболизма лежит совокупность химических (биохимических) реакций, обеспечивающих клетку и в целом организм разнообразными органическими веществами и энергией, которые используются для жизнедеятельности, роста, развития и самовоспроизведения. Условно химические реакции принято группировать и на этой основе выделять частные метаболизмы, такие как углеводный, белковый, липидный, нуклеиновый и др. Следует отметить, что в учебной и вузовской литературе при изучении клетки чаще всего вместо понятия «метаболизм» используют понятие «обмен веществ». Такая подмена понятий неправомерна и ошибочна.

Опираясь на методологии системного и исторического подходов, нам удалось снять это противоречие и вывести две взаимосвязанные триады понятий. Первая, более общая, триада понятий – «обмен веществ», «ассимиляция», «диссимиляция» – характеризует физиолого-биохимические процессы на уровне целостного многоклеточного организма. Вторая триада понятий – «метаболизм», «анаболизм», «катаболизм» – отражает сущность механизмов этих процессов на клеточном уровне. При изучении жизненных явлений у одноклеточных организмов эти две триады понятий можно использовать как синонимы. Вместе с тем для предотвращения сумятицы в головах обучаемых при изучении жизненных явлений у одноклеточных организмов целесообразнее использовать понятия из второй группы, отражающие сущность физиолого-биохимических процессов на субмолекулярном уровне [17]. Данный вывод подтверждается мнением авторитетного биолога Н.Ф. Реймерса, который отмечает, что «обмен веществ – более широкое понятие, чем метаболизм,

включающее процессы как на клеточном уровне, так и на уровне целостной особи. Эта разница делается незаметной при рассмотрении одноклеточных микроорганизмов» [18, с. 211]. Согласно точке зрения этого автора, ассимиляция включает процесс анаболизма, а диссимиляция – процесс катаболизма [18, с. 33, 106].

Уникальность и значимость углеводного метаболизма (обмена) определяется его вещественным составом. Самым распространенным моносахаридом является D-глюкоза. Ее значимость определяется тем, что она служит основным типом клеточного топлива у большинства организмов, а также мономером для большинства полисахаридов, которые, в свою очередь, являются важными компонентами жестких стенок растительных и бактериальных клеток и мягких оболочек животных клеток. Эти оболочки выполняют не только защитную функцию, но и участвуют в важнейших биологических процессах. Наиболее распространенными полимерами, мономером которых является D-глюкоза, являются целлюлоза, которая служит основным компонентом одревесневших тканей растений, и крахмал – как запасное клеточное топливо. По мнению авторитетных ученых, количество углеводов в биосфере больше, чем всех остальных органических соединений вместе взятых [19; 20].

Для выявления сущности углеводного метаболизма растительной клетки как сопряженной системы нами сконструирована модель (рис. 1), в которой отражена сущность и взаимосвязь двух его звеньев: фотосинтеза, как основы анаболизма, и дыхания – основы катаболизма. В представленной модели можно выделить два вида сопряжения. *Первый вид сопряжения* имеет место между веществом и энергией в процессе их преобразования как при фотосинтезе, так и при дыхании. В этих процессах происходит поэтапное преобразование вещества, которое тесно сопряжено с преобразованием энергии. Механизмы этих преобразований схожи и в отношении превращения вещества, и в отношении превращения энергии. Отличие заключается лишь в том, что они имеют противоположную направленность. В процессе фотосинтеза из неорганических веществ образуются органические вещества и выделяется кислород, в то время как в процессе дыхания органические вещества взаимодействуют с кислородом, в результате чего образуются неорганические вещества – углекислый газ и вода. Вместе с тем промежуточные метаболиты дыхания и энергия в форме АТФ используется во всех других метаболизмах клетки – белковом, липидном, нуклеиновом и т.д.

Второй вид сопряжения проявляется в том, что фотосинтез и дыхание могут в определенных условиях обмениваться как важнейшими энергетическими эквивалентами – АТФ, NADPH (NADH), так и промежуточными метаболитами. В наибольшей степени это проявляется на первых этапах онтогенеза растений (при прорастании семян), когда гетеротрофный тип питания сменяется автотрофным. Для такого перехода растению необходимо сформировать фотосинтетический аппарат, основой которого служат промежуточные метаболиты и энергетические эквиваленты – АТФ, NADH, изначально поставляемые дыханием. Вместе с тем значительная часть клеток растительного организма (стеблей, корней) по типу питания являются гетеротрофами, и для своего роста и развития они используют органические вещества и энергетические эквиваленты, синтезируемые в процессе фотосинтеза.

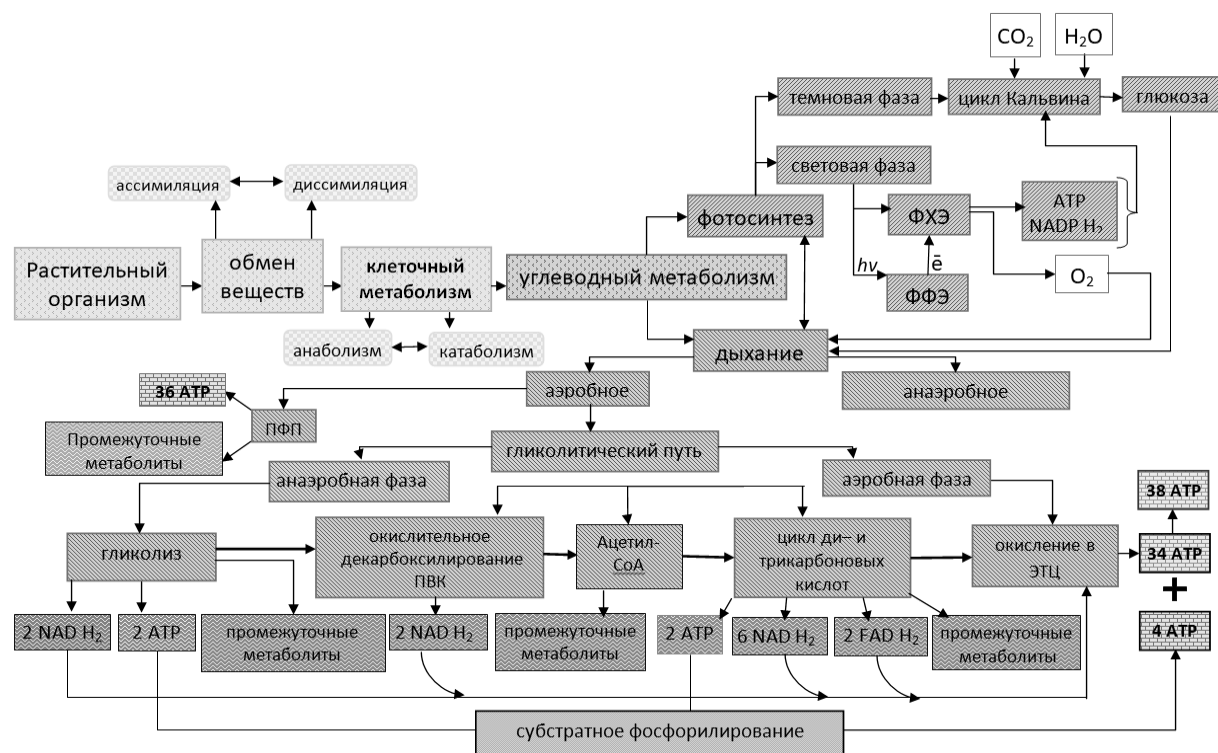


Рисунок 1 – Фотосинтез и дыхание – сопряженные звенья углеводного обмена

Основные блоки модели затонированы по-разному, что позволяет обучающимся сосредоточить внимание на сущности и особенностях каждого из них, а также конечных продуктах данного этапа, которые послужат материальной основой для преобразования вещества и энергии на последующих этапах клеточного метаболизма.

В первом блоке (светлая тонировка) отражена взаимосвязь и иерархия важнейших общебиологических понятий, одни из которых следует использовать при изучении целостного растительного организма («обмен веществ», «ассимиляция», «диссимиляция»). Другую триаду понятий («метаболизм», «анаболизм», «катаболизм») следует применять при изучении физиолого-биохимических процессов на клеточном уровне.

Во втором, основном блоке модели (более темная тонировка) в общих чертах раскрывается сущность преобразования вещества и энергии в двух взаимосвязанных звеньях углеводного метаболизма растительной клетки. Основным звеном данного метаболизма является фотосинтез, который, как уже указывалось выше, является основой анаболизма не только для растительной клетки, но и для всех организмов на нашей планете (кроме хемосинтетиков). Особенность фотосинтеза заключается не только в аспекте его биосферной значимости как поставщика органических веществ и кислорода для всех живых организмов на нашей планете, но в плане его сложности. В основе данного уникального физиолого-биохимического процесса лежат физические и химические явления, обеспечивающие трансформацию энергии и вещества внутри фотосинтетического аппарата и между хлоропластами и окружающей средой.

В модели выделены световая и темновая фазы фотосинтеза, в основе которых лежит преобразование вещества и энергии. Световая фаза включает два этапа. На первом этапе – фотофизическом – происходит преобразование внешней неустойчивой формы энергии в виде квантов света во внутреннюю энер-

гию электронного возбуждения. На втором этапе – фотохимическом – энергия электрона тратится на синтез таких энергетических эквивалентов, как АТФ и NADPH. Кроме того, на данном этапе происходит фотоокисление воды и выделение свободного кислорода. Энергетические эквиваленты фотохимического этапа используются в темновой фазе фотосинтеза (цикле Кальвина). Энергия АТФ тратится на активацию промежуточных метаболитов цикла Кальвина, в то время как NADPH используется как донор водорода, которые восстанавливают углерод углекислого газа до углерода углеводов. В итоге в цикле Кальвина происходит образование глюкозы из углекислого газа и воды (поглощенными из окружающей среды), при участии продуктов световой фазы – АТФ и NADPH.

Глюкозу как один из важнейших продуктов фотосинтеза необходимо рассматривать как резерв энергетического и пластического материала. Как уже отмечалось, она служит мономером для образования полисахаридов (например, целлюлозы), используемых для построения клеточных стенок. Химические связи молекулы глюкозы обладают большим запасом потенциальной энергии, однако она не может сразу утилизироваться клеткой для физиолого-биохимических превращений. Кроме того, для роста и развития растительной клетки необходимы и такие важнейшие соединения, как белки, липиды, нуклеиновые кислоты и т.д. Данная проблема разрешается во втором звене углеводного метаболизма – дыхании.

Растительные клетки содержат два набора ферментов – аэробного и анаэробного (брожения) дыхания. В нормальных условиях конечные продукты фотосинтеза – глюкоза и кислород – используются в аэробном дыхании, которое может протекать по двум путям – гликолитическому и пентозофосфатному, тесно связанным между собой. Приоритет того или другого пути дыхания детерминирован «запросами» клетки на конкретные промежуточные метаболиты. Основным путем аэробного дыхания все же считается гликолитический, в котором выделяют две

фазы: анаэробную и аэробную. Анаэробная фаза включает один этап – гликолиз, где происходит поэтапное окисление глюкозы до двух молекул пировиноградной кислоты. Энергия, которая при этом освобождается, тратится на синтез АТФ (субстратное фосфорилирование) и NADH. Последний энергетический эквивалент уходит в электронтранспортную цепь (ЭТЦ), где окисляется. Энергии окисления одной молекулы NADH хватает для синтеза трех молекул АТФ из ADP и P_i. Данный процесс носит название окислительного фосфорилирования. Энергетический баланс гликолиза составляет 8 АТФ. Промежуточные метаболиты данного этапа могут использоваться для синтеза жиров, белков и других органических веществ, необходимых для роста и развития клетки и целого растения.

Конечный продукт гликолиза 2 ПВК поступает в аэробную фазу, включающую три последовательных этапа: окислительного декарбоксилирования, цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса) и окисление в ЭТЦ. На первом этапе происходит окисление 2 ПВК при участии 2 NAD, в результате образуется 2 NADH, который также поступает в ЭТЦ. Выделившаяся при окислении энергия этих молекул используется для синтеза 6 АТФ. Помимо отнятия водорода от 2 ПВК происходит и отнятие двух молекул углекислого газа (декарбоксилирование). Оставшееся двухуглеродное звено – ацетил реагирует коэнзимом А (CoA), в результате чего образуется ацетил-CoA. Это центральный промежуточный метаболит аэробного дыхания, через который происходит синтез и распад более 60-ти соединений.

Окончательное окисление двух молекул ацетил-CoA происходит в цикле Кребса. Энергия этого окисления используется для синтеза 2 АТФ (субстратное фосфорилирование), 6 NADH и 2 FADH. Сами молекулы распадаются до углекислого газа и воды. Энергетические эквиваленты – 6 NADH и 2 FADH окисляются в ЭТЦ. При окислении 6 NADH освобождается энергия, которой достаточно для синтеза 18 молекул АТФ. В то время как при окислении 2 FADH энергии освобождается меньше, ее хватает только для синтеза 4 АТФ. Цикл Кребса не является замкнутой системой. Многие промежуточные метаболиты этого цикла, и прежде всего органические кислоты, могут выходить из него и участвовать в азотном обмене, синтезе белков и других важнейших органических соединений.

Суммируя значимость всех этапов гликолитического пути дыхания, можно констатировать, что на этом этапе происходит синтез 38 молекул АТФ. Из них 4 АТФ синтезируется за счет механизмов субстратного фосфорилирования и 34 АТФ – за счет окислительного фосфорилирования. Кроме того, промежуточные метаболиты, образовавшиеся в этом процессе, являются исходным материалом для биосинтеза липидов, белков, хлорофиллов, фитогормонов и др.

Не менее важное значение имеет и второй путь аэробного дыхания – пентозофосфатный, который протекает в цитоплазме и хлоропластах. Такая локализация данного пути дыхания неслучайна. Промежуточные продукты этого пути дыхания и промежуточные продукты гликолитического пути дыхания, а также цикла Кальвина взаимозаменяемы. Это является одним из доказательств, что клеточный метаболизм функционирует как сопряженная система.

В сконструированной модели этапы пентозофосфатного пути не представлены подробно. Это сдела-

но преднамеренно, чтобы избежать перегрузки модели информацией. Вместе с тем в модели отражены конечные продукты данного пути дыхания – АТФ и промежуточные метаболиты. Они свидетельствуют о том, что в энергетическом аспекте пентозофосфатный путь поставляет 36 АТФ и практически не уступает по энергетическому показателю гликолитическому пути дыхания, при котором образуется 38 АТФ. Не менее значимыми являются и промежуточные метаболиты данного пути – пентозы, которые являются составной частью нуклеотидов. Нуклеотиды служат мономерами для таких важнейших биополимеров, как DNK, RNK. Кроме того, на их основе синтезируются и такие биологически активные соединения, как АТФ, NADP, коэнзим А и фитогормон цитокинин.

Таким образом, представленная модель выполняет методологическую и методическую функцию при осмыслении субъектами обучения углеводного метаболизма растительной клетки как сопряженной системы. С точки зрения превращения вещества и энергии данный обмен создает материальную и энергетическую основу для других метаболизмов (белкового, липидного, нуклеинового и т.п.). Осмысление взаимосвязей между отдельными метаболизмами во многом обуславливает понимание сущности живого на клеточном уровне его организации.

Список литературы:

1. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. М.: Политиздат, 1986. 590 с.
2. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат, 1987. 349 с.
3. Готт В.С., Тюхтин В.С., Чудинов Э.М. Философские проблемы современного естествознания. М.: Высшая школа, 1974. 264 с.
4. Похлебаев С.М., Третьякова И.А. Сопряжение и разобщение как диалектическая пара, и ее роль в создании и понимании хемиосмотической теории Митчелла // Наука и школа. 2011. № 4. С. 65–67.
5. Третьякова И.А. Сопряжение как внутренняя сторона взаимодействия и методология познания // Фундаментальные исследования. 2013. № 11 (9). С. 1929–1933.
6. Третьякова И.А. Методологическая роль сопряженной системы «эмблема жизни» в формировании биологической картины мира // Фундаментальные исследования. 2015. № 2 (22). С. 5008–5014.
7. Третьякова И.А. Сопряжение как принцип структурной и функциональной организации биологической формы движения материи // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 10. С. 109–112.
8. Философские основания естествознания / под ред. С.Т. Мелюхина, Г.Л. Фурмонова, Ю.А. Петрова и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 343 с.
9. Николс Д. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию / пер. с англ. М.: Мир, 1985. 190 с.
10. Третьякова И.А., Похлебаев С.М. Сопряжение активных молекул как принцип изучения клеточного метаболизма в школьной биологии // Учебный эксперимент в образовании. 2018. № 4. С. 61–67.
11. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / пер. с англ. Т. 1. М.: Мир, 1994. 517 с.
12. Общая биология: учеб. для 9–10 классов школ с углубленным изучением биологии / под ред. А.О. Рувинского. М.: Просвещение, 1993. 544 с.

13. Третьякова И.А., Похлебаев С.М. Вещество, энергия и информация как факторы сопряжения между организмом и средой его обитания // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: мат-лы VI междунар. науч.-практ. конф. Челябинск, 8–9 ноября 2016 г., г. Челябинск, Российская Федерация. Челябинск: Изд-во Юж.-Урал. гос. гуманитар.-педаг. ун-та, 2016. С. 443–448.

14. Третьякова И.А., Похлебаев С.М. Теория и практика формирования и развития сопряженных физиологических понятий «фотосинтез» и «дыхание» в курсе биологии: монография. Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2018. 245 с.

15. Дубинин Н.П. Общая генетика. М.: Наука, 1976. 572 с.

16. Верзилин Н.М., Корсунская В.М. Общая методика преподавания биологии: учеб. для студ. биол. фак. пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1972. 368 с.

17. Похлебаев С.М. Методологические и содержательные основы преемственности физики, химии, биологии при формировании фундаментальных естественнонаучных понятий: дис. ... д-ра пед. наук. Челябинск, 2007. 720 с.

18. Реймерс Н.Ф. Краткий словарь биологических терминов: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1995. 368 с.

19. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3 т. Т. 1 / пер. с англ.; под ред. Р. Сопера. М.: Мир, 1990. 368 с.

20. Ленинджер А. Биохимия / пер. с англ.; под ред. А.А. Баева, Я.М. Варшавского. М.: Мир, 1974. 959 с.

METHODOLOGICAL AND METHODICAL ASPECTS OF CARBOHYDRATE METABOLISM STUDY IN PLANT CELLS AS THE ADJOINT SYSTEM

© 2019

Pohlebaev Sergei Mikhailovich, doctor of pedagogical sciences,
professor of General Biology and Physiology Department
Ageeva Daria Fedorovna, student of Natural Sciences and Technologies Faculty
Tretyakova Irina Anatolyevna, candidate of biological sciences,
associate professor of General Biology and Physiology Department
South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

Abstract. The choice of the research topic is not accidental. Photosynthesis is the basis of anabolism for plants as well as for all living organisms on Earth, while breathing is the basis of their catabolism. In turn, anabolism and catabolism are the links of metabolism, which determines the vital activity of any type of cells and the whole organism. The paper deals with the methodological potential previously justified by the authors of the conjugation category studying such important physiological and biochemical processes as photosynthesis and respiration. The application of this category by students while developing the concepts of photosynthesis and breathing will equip them by an effective methodological means of knowledge. Reflecting the conjugation category extends the ways we understand the principles of the structural organization of matter as a whole, and opens up new prospects, new approaches to solving the most important problems of science and their role in understanding the structure of rational knowledge. The figurative-sign model developed by the authors will allow to develop more effectively the concepts of photosynthesis, breathing and carbohydrate metabolism as a conjugated system at the theoretical level.

Keywords: matter; principles; categories; interaction; coupling; methodology; historical approach; systems approach; modeling; methodology; plant cell; substance; energy; information; evolution; metabolism; photosynthesis; respiration; carbohydrate metabolism; dialectical thinking style.

* * *

УДК 371.38

DOI 10.24411/2309-4370-2019-14311

Статья поступила в редакцию 11.07.2019

ОБУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЮ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ: ЗАДАЧИ СО СПИРАЛЬНО ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ СЛОЖНОСТЬЮ

© 2019

Пугач Валерий Исаакович, доктор педагогических наук,
профессор кафедры информатики, прикладной математики и методики их преподавания
Тюжина Ирина Викторовна, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры информатики, прикладной математики и методики их преподавания
Макарова Елена Леонидовна, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры информатики, прикладной математики и методики их преподавания
Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Российская Федерация)

Аннотация. В данной статье рассматривается одна из актуальных проблем в подготовке будущих учителей информатики – формирование специальной компетенции: способности использовать методологию программирования для решения задач школьного курса информатики. В противовес классическому подходу в методике обучения, когда каждая тема по разделу «Программирование» закрепляется решением некоторого количества несложных заданий, мы предлагаем решать задачи со спирально повышающейся сложностью (под такими задачами будем понимать крупные проекты, выполнение которых можно совершенствовать на Самарский научный вестник. 2019. Т. 8, № 4 (29)