

Методологические основы развития генетических понятий в профильном курсе биологии

Е. Е. Матюшенко

Статья посвящена актуальной проблеме отбора и построения учебного содержания профильного курса биологии на основе анализа работ в области методологии и истории развития науки, в частности генетики. Показано, что ведущим в проектировании содержания должен стать принцип развития теоретических понятий от абстрактного к конкретному.

Ключевые слова: понятие, эмпирические и теоретические понятия, абстрактное и конкретное знание, теория, принцип (идея), функции научной теории, научный реализм.

Methodological Bases of Development of Genetic Concepts in the Core Course of Biology

Е. Е. Matushenko

The article is devoted to the actual problem of selection and construction of the educational content of a core course of Biology on the basis of the analysis of works in the field of methodology and history of development of a science, in particular Genetics. It is shown that in designing of the content there should be the leading principle of development of theoretical concepts from abstract to concrete.

Key words: concept, empirical and theoretical concepts, abstract and concrete knowledge, the theory, a principle (idea), functions of the scientific theory, scientific realism.

Профильное обучение позволяет за счёт изменений в структуре и содержании более полно учитывать интересы и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования [11. С. 39]. Важный компонент содержания профильного курса биологии – понятия генетики. Они имеют не только большое теоретическое значение для понимания закономерностей индивидуального и исторического развития, экологии, но и служат теоретической основой медицины, селекции и биотехнологии. Исходным в генетике является понятие «ген». В истории формирования этой науки чётко прослеживается его развитие в системе генетических теорий, поэтому для отбора и построения генетического компонента содержания профильного курса необходимо выяснить основные особенности теоретических понятий, ведущие тенденции в их развитии и соотнести эти закономерности с историей развития генетики. Этой цели и посвящена настоящая статья.

Мы исходили из определения, что «понятие есть некоторый концентрат знания, итог познания на некотором этапе и вместе с тем исходный пункт, средство дальнейшего познания» [6. С. 133].

Научные понятия отражают существенные и необходимые признаки, а слова и знаки (формулы), их выражающие, являются научными терминами. В понятии выделяют его содержание и объём. Совокупность обобщённых, отражённых в понятии предметов называется *объёмом понятия*, а совокупность существенных признаков, по которым обобщаются и выделяются предметы в понятии, – его *содержанием* [5. С. 52].

Для нашего исследования важно положение, что развитие понятия предполагает изменение

его объёма и содержания. Научное понятие не есть нечто законченное и завершённое; напротив, оно включает в себе возможность дальнейшего развития. Движение действительности можно отразить только в диалектически развивающихся понятиях [5. С. 52].

Исследование опиралось на положение гносеологии, в соответствии с которым следует различать понятия по уровню познания на эмпирические и теоретические. *Эмпирические понятия* чаще всего образуются индуктивно, на основе опыта, наблюдения, при переходе от частного к общему. *Теоретические понятия* вскрывают сущность и глубинные взаимосвязи предметов, их целостность и динамику. Они одновременно содержат ответы на вопросы: что отражается и как, каким способом? [5. С. 52]

Постигать мир в понятиях – это значит вскрывать присущую самим предметам объективную связь и взаимозависимость, постигать отдельное как необходимый момент органической целостности. Постигание в форме теоретического понятия начинается с выделения всеобщего принципа, субстанциональной основы развития конкретного целого. Характеризуя путь рационального познания, Э. В. Ильенков пишет: «Он начинается с ясно установленного всеобщего принципа и протекает как процесс постепенной мысленной реконструкции вещи, как рассуждение, посредством которого частные свойства вещи выводятся из её всеобщей причины» [8. С. 114].

Согласно А. С. Арсеневу, В. С. Библеру, Б. М. Кедрову, теоретические понятия конкретизируют исходную абстракцию (принцип, идею) и являются «открытыми», их развёртывание осуществляется на основе нахождения всё новых и новых определений. Совокупность определений понятия, развёрнутых в систему, есть теория, то

есть теория выступает как развёрнутое понятие. «Теория – это другое (противоположное) определение научного понятия (речь идёт об основном понятии данной теоретической системы). Именно постольку, поскольку система понятий может быть интерпретирована как одно (развитое) понятие сущности предмета, эта система понятий и представляет собой теорию» [3. С. 157].

Вопросам теории посвящены методологические исследования А. И. Алёшина, И. Д. Андреева, Л. Б. Баженова, Г. И. Рузавина, В. С. Стёпина, В. С. Швырёва и др. Общепринято рассматривать теорию как высшую форму развития теоретического знания, в рамках которой отдельные понятия, гипотезы и законы теряют прежнюю автономность и становятся элементами целостной системы.

В структуре теории общепринято выделять следующие основные компоненты: исходную эмпирическую основу, теоретическую основу (концептуальный аппарат), следствия.

Известно, что исходную эмпирическую основу составляют научные факты, которые, прежде чем стать основанием теории, проходят несколько этапов преобразования: от установления к изучению и описанию и затем – к объяснению [13. С. 162].

Принцип (идея) в научной теории «составляет её коренную основу», «синтезирующее начало», «главный определяющий элемент теории», лежащий в её фундаменте [2. С. 10].

Важнейшим элементом, входящим в концептуальный аппарат теории, является понятие. В отличие от эмпирических понятий, обоснованность и истинность которых может быть установлена независимо от теории, теоретические понятия – части целой конструкции. Они тесно взаимосвязаны, могут быть определены только друг через друга, и поэтому их обоснованность и истинность не могут быть установлены независимо от теории [13. С. 81].

Общепринято выделять систематизирующую, объяснительную, предсказательную (прогностическую), синтезирующую функции теорий. Теории генетики в научном познании выполняют, прежде всего, объяснительную и прогностическую функции. Под объяснительной функцией теории, прежде всего, понимается включение объясняемого явления в её структуру [4. С. 159]. Объяснение состоит из двух частей, связанных отношением логического следования, – объясняющих положений и того, что объясняется. Поскольку в естественно-научных теориях в качестве объясняющих положений выступают законы

науки, то «...всякое объяснение в конечном счёте представляет собой ссылку на некоторый закон или законы» [4. С. 159]. Благодаря прогностической функции теория становится практически полезной: позволяет предсказывать неизвестные факты и закономерности, делает осмысленным эксперимент, указывает направление опытного исследования [4. С. 112].

Кроме названных функций, И. Д. Андреев важной функцией теории считает методологическую. Он исходит из того, что теория представляет собой своеобразную программу дальнейшего развития научного знания. «Сама по себе теория не имела бы столь большого значения, если бы не являлась научной, методологической основой практической деятельностью людей» [2. С. 45].

Существуют различные подходы к выделению типов теорий (Л. Б. Баженов, Г. И. Рузавин, В. С. Стёпин и др.). Для нас представляет интерес классификация, предложенная Л. Б. Баженовым. Он делит теории на два больших класса: эмпирические и логико-математические. Генетические теории относятся к эмпирическим, в них исходные положения в той или иной степени связаны с опытом [1. С. 11].

В современной методологической науке процесс развития научного знания рассматривается как многомерный, совершающийся под влиянием разнообразных факторов. Единого подхода, который охватил бы все направления динамики знания, не существует.

Сторонники традиционного подхода (И. Д. Андреев, Б. М. Кедров, В. С. Швырёв) связывают смену теорий с противоречием между теорией и эмпирией. Так, согласно Б. М. Кедрову, если наука полностью объясняет наличные факты, то между эмпирией и теорией существует соответствие: наука расширяется, идёт детализация и систематизация уже известного материала. Но если обнаруживаются новые факты, выходящие за рамки устоявшейся теории, то она перестаёт соответствовать фактам, и стимулом дальнейшего продвижения научного знания становятся поиски нового объяснения, то есть новой теории, способной охватить все наличные факты [9. С. 232–233].

По мнению Б. М. Кедрова, противоречивость познания не отрицает исторической преемственности теорий: каждая новая теория может опираться на результаты предшествующих теорий (там же).

Теоретическая преемственность находит своё выражение в принципе соответствия, введённом в

науку известным физиком Н. Бором. Сущность принципа состоит в том, что новая теория, пришедшая на смену старой, классической, является более широкой и более полной. Она включает в себя не только новые факты и законы, но и всё рациональное содержание старой теории [9. С. 60].

Согласно «научному реализму» (Т. Кун, И. Лакатос, Д. Уоткинс), главная роль в развитии научного знания отводится интересубъективным факторам (научные традиции, господствующее мировоззрение, волевые решения отдельных личностей). По мнению И. Лакатоса, обнаружение противоречия между теорией и фактом не всегда означает отказ от теории и поиск новой. Убежденность в возможностях изобретенной системы идей заставляет отдельного учёного или целый научный коллектив защищать и развивать свои идеи, учитывая новые обстоятельства. С течением времени факты из опровергающих теорию могут стать подтверждающими её [10. С. 243].

В истории развития генетики нашли отражение и принцип соответствия, и идеи «научного реализма», что важно учитывать при проектировании содержания профильного курса биологии.

При построении учебной информации важно также иметь в виду, что в основе классической генетики (законов Г. Менделя) лежит ведущий принцип – дискретная природа наследственности. Верно выбранный принцип определил дальнейшее успешное развитие генетики. С методологической точки зрения учение Г. Менделя представляет собой совершенную теорию и характеризуется

- замкнутостью (строго определяет область «своих» фактов – объясняет только наследование аллельных генов и на другие явления наследственности не распространяется);
- математической обработкой эмпирического материала и «минимизацией» (включает небольшое количество исходных понятий);
- способностью к вполне определённым предсказаниям [1. С. 34].

В содержании профильного курса важно показать, что дальнейшее прогрессивное развитие генетики было связано с открытием фактов, не охватываемых теорией Г. Менделя, то есть происходило по пути разрешения противоречий между теорией и фактом. Законы формальной генетики не подтверждались на других объектах, им противоречили факты наследования неаллельных генов, расположенных в одной из гомологичных хромосом, зависимости признаков от пола их носителей и др. [1. С. 34].

Анализ научно-исторических работ (А. Е. Гайсинович, В. А. Ратнер) показывает, что это противоречие было разрешено путём выдвижения хромосомной теории наследственности, охватившей всю совокупность наличных фактов и закономерностей, как старых, так и новых.

Наиболее общепринято считать, что непосредственно предшествовали созданию хромосомной теории наследственности экспериментальные исследования Т. Бовери и В. Сеттона. Т. Бовери предоставил доказательство наследственной роли хромосом, В. Сеттон обратил внимание на «параллелизм» в поведении хромосом в процессе мейоза и поведении постулируемых Г. Менделем наследственных факторов. Это позволило ему сделать смелое предположение о локализации наследственных факторов в хромосомах [7. С. 238].

Приоритет в окончательной разработке хромосомной теории наследственности, согласно А. В. Гайсинович, принадлежит Т. Моргану и его сотрудникам: им удалось установить связь конкретных генов с определёнными хромосомами и на этой основе сформулировать центральное положение теории – закон сцепленного наследования.

При изложении положений хромосомной теории наследственности мы учитывали мнение А. И. Алёшина, в соответствии с которым хромосомная теория определила границы теории Г. Менделя. В силу этого формальная генетика вошла в хромосомную теорию наследственности, как более полную и содержательную, в качестве самостоятельного фрагмента. Благодаря замкнутости, четкой области охватываемых фактов теория Менделя никогда не будет опровергнута и во все времена объяснение наследования аллельных генов будет происходить с её позиций [1. С. 35].

Дальнейшему развитию генетики мешало отсутствие чётких представлений о молекулярной природе гена. Эта проблема была решена Дж. Уотсоном и Ф. Криком (1953). Опираясь на ряд фактов и эмпирических обобщений, они выяснили структуру ДНК и механизмы её репликации [14. С. 73].

Открытие генетической роли ДНК обусловило развитие молекулярной генетики. Дальнейшее её развитие стимулировало использование в генетике физико-химических методов исследования макромолекул. Это позволило физику Г. Гамову (1954) выдвинуть предположение о возможном механизме записи генетического кода, которое было экспериментально подтверждено

уже в 1961 г. В течение следующих пяти лет были расшифрованы все кодоны ДНК [7. С. 325].

В современной молекулярной генетике установлены следующие факты и эмпирические обобщения:

- уникальность большинства генов прокариот и повторяемость многих генов эукариот;
- избыточность генома эукариот, наличие «молчащей» ДНК;
- экзон-интронное строение генов эукариот – нарушение принципа непрерывности генов;
- наличие подвижных генетических элементов, расшифровка их молекулярной природы – изменение представлений о стабильности генов [12. С. 193–222].

Достижения молекулярной генетики систематизированы В. А. Ратнером и сведены в молекулярную теорию гена [12].

Проведённый методологический и исторический анализ позволяет заключить, что в развитии генетики чётко прослеживается преемственность в формировании основных идей, понятий, теорий. Наиболее ярко преемственность проявляется в движении относительно понятия «ген». Содержание этого понятия последовательно обогащается, конкретизируется при переходе от формальной генетики к хромосомной теории наследственности и от неё – к молекулярной теории гена. В теории Менделя ген – абстрактная единица («фактор наследственности»), в хромосомной теории наследственности это уже вполне конкретная материальная единица – участок хромосомы, имеющий определённый локус относительно других генов. В молекулярной теории гена – это участок ДНК.

Исторический путь развития понятия «ген» в системе теорий, то есть принцип движение от абстрактного к конкретному, должен быть положен в основу отбора и построения генетического раздела в профильном курсе биологии. Такой подход направлен на повышение развивающих возможностей учебного содержания, он способствует осознанному изучению законов и теорий

генетики, обеспечивает системность знаний старшеклассников.

Библиографический список

1. Алёшин, А. И. Методические проблемы теоретического исследования в биологии [Текст] / А. И. Алёшин. – Горький: Волго-Вятское изд-во, 1973. – С. 34.
2. Андреев, И. Д. Теория как форма организации научного знания [Текст] / И. Д. Андреев. – М.: Наука, 1999. – 260 с.
3. Арсеньев, А. С. Анализ развивающегося понятия [Текст] / А. С. Арсеньев, В. С. Библиер, Б. М. Кедров. – М.: Наука, 1967. – 493 с.
4. Баженов, Л. Б. Строение и функции естественнонаучной теории [Текст] / Л. Б. Баженов. – М.: Наука, 1978. – С. 11.
5. Спиркин, А. Г. Большая советская энциклопедия [Текст] / А. Г. Спиркин. – М.: Наука, 1989. – С. 52.
6. Войшвилло, Е. К. Понятие [Текст] / Е. К. Войшвилло. – М.: Наука, 1967. – 435 с.
7. Гайсинович, А. Е. Зарождение и развитие генетики [Текст] / А. Е. Гайсинович. – М.: Наука, 1988. – 422 с.
8. Ильенков, Э. В. Понимание абстрактного и конкретного в диалектической и формальной логике. Диалектика и логика. Формы мышления [Текст] / Э. В. Ильенков. – М.: Наука, 1974. – 271 с.
9. Кедров, Б. М. Проблемы логики и методологии науки [Текст] / Б. М. Кедров. – М.: Наука, 1990. – С. 476.
10. Лакатос, И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ [Текст] / И. Лакатос. – М.: Наука, 1995. – 367 с.
11. Профильное обучения в школе: модели, методы, технологии [Текст]. – М.: Классик-Стиль, 2006. – 592 с.
12. Ратнер, В. А. Молекулярная генетика: принципы, механизмы [Текст] / В. А. Ратнер. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 225.
13. Рузавин, Г. И. Научная теория, логико-методологический анализ [Текст] / Г. И. Рузавин. – М., 1978. – С. 81.
14. Стёпин, В. С. Становление научной теории [Текст] / В. С. Стёпин. – Минск, 1976. – 320 с.
15. Швырёв, В. С. Теоретическое и эмпирическое в научном познании [Текст] / В. С. Швырёв. – М.: Наука, 1978. – С. 382.