

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского**

**А.А. Мальцева
И.М. Швец**

БИОЛОГИЯ И КУЛЬТУРА

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией Института биологии и биомедицины
для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки
06.04.01 «Биология», 05.04.06 «Экология и природопользование»

Нижний Новгород
2018

УДК 57:00(075.8)
ББК Е0:1я73
Б63

Б63 Биология и культура: учебно-методическое пособие в электронном виде / сост. А.А. Мальцева, И.М. Швец. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. – 141 с.

Рецензент: к.п.н. В.В. Марико

Междисциплинарный учебный курс «Биология и культура» имеет основной целью формирование у студентов целостного взгляда на мир, научной картины мира через рассмотрение общетеоретических и общеметодологических категорий и понятий, через осмысление фундаментальных принципов и закономерностей, через процесс инкультурации. Для более полного раскрытия и освоения материала в курсе используется современная педагогическая технология развития критического мышления через чтение и письмо.

Учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского, обучающихся по направлению «Биология» и «Экология и природопользование».

Учебно-методическое пособие подготовлено при поддержке гранта РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта № 16-06-00651-ОГН

Ответственный за выпуск:
Председатель методической комиссии Института биологии и биомедицины
ННГУ к.б.н. Е.Л. Воденеева

УДК 57:00(075.8)
ББК Е0:1я73

© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2018

© Мальцева А.А.

© Швец И.М.

Содержание

Введение	4
Раздел I. Системный подход	
Занятие 1. <i>Что такое система?</i>	6
Приложение 1	8
Занятие 2. <i>Закон необходимого разнообразия</i>	12
Приложение 2	14
Занятие 3. <i>Развитие системных представлений</i>	24
Приложение 3	28
Занятие 4. <i>Системный подход в постнеклассическом периоде развития науки</i>	34
Приложение 4	36
Приложение 5	37
Раздел II. Саморегуляция	
Занятие 5. <i>Гомеостаз в живых системах</i>	41
Приложение 6	43
Занятие 6. <i>Регуляция и саморегуляция социального поведения</i>	45
Приложение 7	47
Раздел III. Всеобщий принцип развития	
Занятие 7. <i>Самоорганизация и саморазвивающиеся системы</i>	51
Приложение 8	55
Занятие 8. <i>Теория эволюции Чарльза Дарвина</i>	59
Приложение 9	61
Занятие 9. <i>Козэволюция общества и природы. Универсальный эволюционизм Н.Н. Моисеева</i>	64
Приложение 10	66
Приложение 11	67
Занятие 10. <i>Биология и этика: эволюционный аспект</i>	75
Приложение 12	76
Раздел IV. Симметрия и асимметрия	
Занятие 11. <i>Симметрия и асимметрия как всеобщее свойство природы</i>	84
Приложение 13	86
Занятие 12. <i>Разнообразие форм симметрии</i>	93
Приложение 14	95
Занятие 13. <i>Биологические ритмы в природе</i>	113
Приложение 15	115
Приложение 16	116
Приложение 17	123
Занятие 14. <i>Культурно-исторический компонент понятия «биоритм»: социальное время</i>	124
Приложение 18	126
Раздел V. Возможности устранения биологической неграмотности	

Занятие 15. <i>Биологическая неграмотность: проблема взаимодействия био- и техносферы</i>	132
Приложение 19	134
Раздел VI. Занятие 16. <i>Защита групповых проектов «Биология и культура: идём на сближение»</i>	140
Заключение	141

Введение

Существует, как я думаю, простое средство примирить людей с тем, что они сами – часть природы и возникли без нарушения ее законов в ходе естественного становления: нужно лишь показать им, как велика и прекрасна вселенная и насколько достойны благоговения царящие в ней законы.
Конрад Лоренц¹

В наши дни одной из главных задач образования является формирование «грамотности в отношении будущего»². На систему образования возлагаются определённые надежды в деле изменения отношения подрастающего поколения к окружающему миру, изменения сознания и практических умений обучающихся не только по преобразованию мира, но и по его познанию и прогнозированию последствий для сохранения жизни на Земле. Данные идеи находят отклик и воплощаются в модели образования, связанной со стратегией устойчивого развития.

Образование для устойчивого развития (ОУР) предполагает интеграцию не только знаний, но и деятельностных навыков в области экологии, социологии, экономики, этики, юриспруденции и ряда других областей. Такое образование требует пересмотра в ценностях и целях образования, содержания, формах, методах и технологиях обучения и воспитания, в результатах и эффективности их достижения.

Разработка и внедрение учебных курсов, базирующихся на идеях трансдисциплинарности и интеграции знаний, с одной стороны, и усиленных культурологической составляющей, с другой, могут послужить реализации ОУР.

С учётом специфики профессионального биологического образования на базе Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского был разработан междисциплинарный учебный курс «Биология и культура».

Основная цель изучения данного курса – формирование целостного взгляда на мир, научной картины мира через рассмотрение общетеоретических и общеметодологических категорий и понятий, через осмысление фундаментальных принципов и закономерностей, через процесс инкультурации.

Содержание курса разработано согласно положениям системно-деятельностного подхода, в частности, на основе фундаментального методологического принципа изучения материала от общего к частному. Ориентируясь на положения системного подхода как направления, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем, были разработаны следующие разделы и темы занятий (всего 16 занятий):

¹ Лоренц К. Агрессия (так называемое «зло»). – СПб.: Амфора, 2001. – 349 с.

² von Weizsaecker, E., Wijkman, A. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. – Springer, 2018. – 220 p. – <https://www.clubofrome.org/2017/10/25/new-report-to-the-club-of-rome-come-on/>.

I. Системный подход. (Система: что это такое? Закон необходимого разнообразия Эшби. Развитие системных представлений. Системный подход в постнеклассическом периоде развития науки).

II. Саморегуляция (Гомеостаз в живых системах. Регуляция и саморегуляция в социальных системах).

III. Всеобщий принцип развития (Самоорганизация и саморазвивающиеся системы. Теория биологической эволюции. Концепция универсального эволюционизма. Синергетические принципы коэволюции сложных систем).

IV. Симметрия и асимметрия (Симметрия и асимметрия как единый принцип организации реальности. Разнообразие форм симметрии. Биоритмы в природе. Культурно-исторический компонент понятия «биоритм»: социальное время).

V. Возможности устранения биологической неграмотности.

VI. Защита групповых проектов, посвященных взаимодействию биологии с другими сферами жизнедеятельности человека и возникновению таких междисциплинарных направлений, как биоэтика и биоэстетика, биополитика, биосемиотика и биолингвистика, социальная биология, биофилософия, биомузыка и биоархитектура, и др.

Ведущим компонентом, определяющим цель курса, таким образом, становятся знания метапредметного характера в комплексе с процессом инкультурации, позволяющей увидеть и оценить востребованность культурой и влияние на культуру предметного поля деятельности науки (в нашем случае – деятельности учёных-биологов).

Освоение сложного метапредметного содержания и формирование указанных выше навыков и способностей в рамках реализации ОУР безусловно требуют подключения современных педагогических технологий и проведения занятий в активной форме. Для организации активного обучения по курсу «Биология и культура» были выбраны технологии развития критического мышления через чтение и письмо (ТРКМЧП), проектного и проблемного обучения. Данные технологии стимулируют познавательную деятельность за счёт высокого уровня активности обучающихся, поэтому при качественной организации занятий обучающиеся усваивают материал наиболее полно и с пользой для себя. В ходе творческого учебного процесса обучающиеся развивают умение самостоятельно мыслить, находить свои решения проблем, вырабатывать собственное мнение.

Таким образом, междисциплинарный учебный курс «Биология и культура» способствует реализации модели образования для устойчивого развития за счет выработки системного способа познания и других необходимых сегодня качеств и навыков, которые позволят осуществлять дальнейшую профессиональную деятельность студентов-биологов на основе экологических и этических императивов.

Занятие 1. Что такое система?

Вызов

На стадии вызова преподаватель просит студентов разделить на рабочие группы (по 5 человек) и раздаёт для каждой лист с определениями понятия «система». Студентам предлагается выбрать то определение, которое, на их взгляд, наиболее полно отражает суть понятия, или придумать своё определение, если ни одно представленное группе не понравилось. По завершении обсуждения каждая группа даёт свой вариант ответа, преподаватель фиксирует их на доске, выделяя смысловые составляющие: элементы, структура (связи, отношения), функция, целостность.

Система – это

1) совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство,

2) любой объект, любое явление, любая вещь, которую можно определенным образом разделить на подсистемы: взаимодействующие, взаимосвязанные между собой,

3) порядок, обусловленный планомерным, правильным расположением частей в определенной связи,

4) множество элементов любой природы, качество которого при заданных внешних условиях с необходимостью и достаточностью определяется его внутренним составом и структурой,

5) такая совокупность элементов или частей, в которых существует их взаимное влияние и взаимное качественное преобразование,

б) объединение некоторого разнообразия в единое и четко расчлененное целое, элементы которого по отношению к целому и другим частям занимают соответствующие им места [2],

7) конечное множество функциональных элементов и отношений между ними, выделяемое из среды в соответствии с заданной целью в рамках определённого временного интервала [3].

Далее преподаватель даёт задание заполнить кластер «Система» (приём «Мозговой штурм») в виде основных смысловых единиц, которые фиксируются в виде схемы с обозначением всех связей между ними. Группы могут заполнять кластер по любым смысловым единицам темы (по любой известной классификации систем), в том числе опираясь на выбранное/придуманное определение «системы». Преподаватель приводит пример схемы составления кластера (Рис. 1). По завершении работы каждая группа презентует свой кластер.

Осмысление

На стадии осмысления студентам раздается текст (Приложение 1). Преподаватель просит студентов читать текст и одновременно отмечать с помощью символов позиции (приём «Чтение с пометками»), которые:

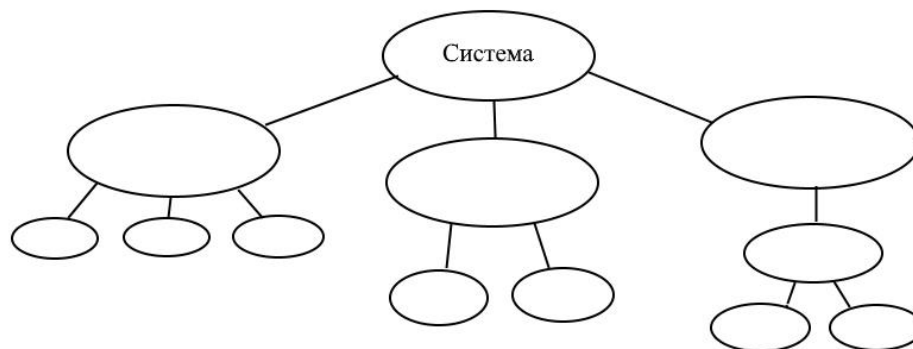


Рис. 1. Пример незаполненного кластера

- не были отражены в кластере (-),
- были ранее известны (+),
- стали неожиданными и интересными (V),
- противоречат личным представлениям (?),
- остались неясными, возникло желание узнать больше (!).

После чтения идёт обсуждение в сформированных группах, обобщение позиций.

Рефлексия

На стадии рефлексии группы возвращаются к выбранному определению «системы» и могут внести дополнения, основываясь на новой полученной информации, а также дорабатывают свои кластеры.

Список использованной литературы

1. Игнатова В.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для дистанционного обучения. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2005. 208 с.
2. Система / Сайт «Национальная философская энциклопедия». URL: <http://terme.ru/termin/sistema.html>. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)
3. Теория информационных процессов и систем: учебник / Ю.Ю. Громов, В.Е. Дидрих, О.Г. Иванова, В.Г. Однолько. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2014. 172 с.

Из [3, с. 11-26]:

«... Очевидно, что в настоящее время нет единства в определении понятия «система». В первых определениях в той или иной форме говорилось о том, что система – это элементы и связи (отношения) между ними. Например, Л. фон Бергаланфи определял систему как комплекс взаимодействующих элементов или как совокупность элементов, находящихся в определённых отношениях друг с другом и со средой. А. Холл определяет систему как множество предметов вместе со связями между предметами и между их признаками. Ведутся дискуссии, какой термин – «отношение» или «связь» – лучше употреблять.

Позднее в определениях системы появляется понятие цели. Так, в Философском словаре «*система*» определяется как «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой определённым образом и образующих некоторое целостное единство».

С одной стороны, интегративное свойство системы обеспечивает её целостность, качественно новое образование по сравнению с составляющими её частями, а с другой – под системой понимается объект, свойства которого не сводятся без остатка к свойствам составляющих его дискретных элементов (*неаддитивность свойств*). Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы. Ответ на вопрос, что является такой частью, может быть неоднозначным и зависит от цели рассмотрения объекта как системы, от точки зрения на него или от аспекта его изучения. Таким образом, элемент – это предел деления системы с точек зрения решения конкретной задачи и поставленной цели. Любой элемент системы можно рассматривать как самостоятельную систему (математическую модель, описывающую какой-либо функциональный блок, или аспект изучаемой проблемы), как правило, более низкого порядка. Элемент всегда является частью системы и вне её не представляет смысла.

Понятие «структура» происходит от латинского слова *structure*, означающего строение, расположение, порядок. Структура отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и её основных свойств. *Структура* – это совокупность элементов и связей между ними.

Понятие «связь» входит в любое определение системы наряду с понятием «элемент» и обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Это понятие характеризует одновременно и строение (статическую), и функционирование (динамическую) системы. Важную роль в системах играет понятие «обратной связи». Обратная связь является основой саморегулирования и развития систем, приспособления их к изменяющимся условиям существования.

Если система способна переходить из одного состояния в другое (например, $z_1 \rightarrow z_2 \rightarrow z_3$), то говорят, что она обладает «поведением». Этим понятием пользуются, когда неизвестны закономерности переходов из одного состояния в

другое. Тогда говорят, что система обладает каким-то поведением, и выясняют его закономерности.

Типы поведения системы определяются способностями системы и процессами в системе.

Равновесие системы – это способность системы в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) сохранить своё состояние сколь угодно долго.

Устойчивость системы – это способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий. Эта способность обычно присуща системам при постоянном воздействии и если только отклонения не превышают некоторого предела. Состояние равновесия, в которое система способна возвращаться, по аналогии с техническими устройствами называют *устойчивым состоянием равновесия*.

Важнейшие свойства системы: структурность, взаимозависимость со средой, иерархичность, множественность описаний (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика основных свойств системы

Свойство системы	Характеристика
Ограниченность	Система отделена от окружающей среды границами
Целостность	Её свойство целого принципиально не сводится к сумме свойств составляющих элементов
Структурность	Поведение системы обусловлено не столько особенностями отдельных элементов, сколько свойствами её структуры
Взаимозависимость со средой	Система формирует и проявляет свойства в процессе взаимодействия со средой
Иерархичность	Соподчинённость элементов в системе
Множественность описаний	По причине сложности познание системы требует множественности её описаний

Ограниченность системы представляет собой первое и изначальное её свойство. Это необходимое, но не достаточное свойство. Если совокупность объектов ограничена от внешнего мира, то она может быть системной, а может и не быть ею. Совокупность становится системой только тогда, когда она обретает целостность, т.е. приобретает структурность, иерархичность, взаимосвязь со средой.

Закономерность целостности проявляется в системе в возникновении новых интегративных качеств, не свойственных образующим её компонентам. Чтобы глубже понять закономерность целостности, необходимо рассмотреть две её стороны:

1. Свойства системы (целого) не являются суммой свойств элементов или частей (несводимость целого к простой сумме частей);
2. Свойства системы (целого) зависят от свойств элементов, частей (изменение в одной части вызывает изменение во всех остальных частях и во всей системе). Существенным проявлением закономерности целостности являются

новые взаимоотношения системы как целого со средой, отличные от взаимодействия с ней отдельных элементов.

Свойство целостности связано с целью, для выполнения которой предназначена система.

Интегративность. Этот термин часто употребляют как синоним целостности. Однако им подчёркивают интерес не к внешним факторам проявления целостности, а к более глубоким причинам формирования этого свойства и, главное, к его сохранению. Интегративными называют системообразующие, системоохраняющие факторы, важными среди которых являются неоднородность и противоречивость её элементов.

Коммуникативность. Система образует особое единство со средой; как правило, любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; элементы любой исследуемой системы, в свою очередь, обычно выступают как системы более низкого порядка. Иными словами, система не изолирована, она связана множеством коммуникаций со средой, которая не однородна, а представляет собой сложное образование, содержит надсистему (или даже надсистемы), задающую требования и ограничения исследуемой системе, подсистемы и системы одного уровня с рассматриваемой.

Иерархическая упорядоченность пронизывает всё, начиная от атомно-молекулярного уровня и кончая человеческим обществом. Иерархичность как закономерность заключается в том, что закономерность целостности проявляется на каждом уровне иерархии. Благодаря этому на каждом уровне возникают новые свойства, которые не могут быть выведены как сумма свойств элементов.

Историчность. Время является непременной характеристикой системы, поэтому каждая система исторична, и это такая же закономерность, как целостность, интегративность и др. Легко привести примеры становления, расцвета, упадка и даже смерти биологических и общественных систем, но для технических и организационных систем определить периоды развития довольно трудно. Основа закономерности историчности – внутренние противоречия между компонентами системы. Но как управлять развитием или хотя бы понимать приближение соответствующего периода развития системы – эти вопросы еще мало исследованы» [3, с. 11, 13-16, 22-26].

«Существует множество критериев классификации систем.

1. По происхождению системы можно разделить на естественные (физические, химические, биологические, геологические и др.), искусственные (машины, механизмы, здания, сооружения и т. д.) и смешанные (все социо-природные системы).

2. По характеру взаимодействия с окружающей средой выделяют закрытые и открытые системы. Закрытой называют такую систему, внешнее воздействие на которую пренебрежимо мало или может быть сведено к нулю. Открытая система активно обменивается ресурсами с окружающей средой и другими системами. Влияние последних на ее поведение чрезвычайно велико.

3. В зависимости от интенсивности влияния на поведение систем случайных факторов и слабых флуктуаций параметров выделяют детерминированные (или динамические) и стохастические (или вероятностные) системы.

4. Системы можно классифицировать и по характеру отражения (простое или опережающее). Здесь выделяют неживые, живые и социальные системы.

5. По характеру процесса упорядочивания выделяют самоорганизующиеся системы, кибернетические, управляющие, управляемые и т.д.» [1, с. 120].

Занятие 2. Закон необходимого разнообразия

Для проведения занятия используется метод «Взаимообучение». Для этого подготовлены пять фрагментов текста. Аудитория делится на пять групп.

Занятие посвящено значению разнообразия элементов для сохранения устойчивости системы. Проводится анализ разнообразия в природных, социальных системах, а также в культуре и искусстве.

Вызов

В начале занятия группам предлагается подумать над рядом утверждений и обозначить их как верные и неверные.

Предлагаются следующие утверждения:

- 1) Слово «кибернетика» пришло к нам из XX столетия.
- 2) Под кибернетическими системами мы понимаем сложные динамические системы любой природы с обратной связью.
- 3) Разнообразие – это количественная характеристика сложности системы.
- 4) В широком смысле закон необходимого разнообразия гласит: «Желательно иметь разнообразие возможных действий управляющего не ниже разнообразия вероятных действий управляемой им системы».
- 5) Разнообразие важно, так как оно предохраняет экосистему от эффектов, связанных с радикальным изменением численности одной популяции.
- 6) Плановая экономика, в отличие от рыночной, является примером кибернетической системы, демонстрирующей большое количество различных «необходимых разнообразий».
- 7) Слово «стихия» в переводе с греческого языка означает «ряд».

На стадии **осмысления** в группы раздается текст (Приложение 2). Одна группа получает один фрагмент текста. При работе с каждым фрагментом используется стратегия «Взаимообучение». При обсуждении в группе назначается «учитель», остальные – «учащиеся». Сначала все прочитывают текст. Затем «учитель» выполняет следующее:

- 1) сначала обобщает содержание фрагмента;
- 2) затем задаёт по тексту вопрос и просит кого-то из «учащихся» ответить на него;
- 3) отвечает на вопросы «учащихся» по тексту;
- 4) даёт прогноз возможного содержания следующей части;
- 5) даёт методическое задание для чтения следующей части, например, озаглавить следующую часть или обозначить основную идею фрагмента и др. (каждый следующий «учитель» проверяет выполнение этого задания).

Соответственно «учащиеся» выполняют другие задания:

- 1) отвечают на вопрос «учителя»;
- 2) задают вопросы «учителю»;
- 3) выполняют задание, заданное на предыдущем этапе для данного фрагмента текста.

После выполнения заданий по данному фрагменту текста, его передают следующей группе, а сами получают другой фрагмент, с ним работа повторяется, только на роль «учителя» назначается другой участник группы. Таким образом, в роли «учителя» побывают все участники. Желательно, чтобы в группе велась запись всех вопросов, они пригодятся на последующей стадии занятия – размышлении. Так прорабатываются все пять фрагментов текста.

Рефлексия

На данном этапе студенты сначала возвращаются к суждениям «верно – неверно» на основе прочитанных текстов вносят поправки в выбор суждений.

Затем организуется работа с вопросами. Все вопросы, которые задавались при чтении текста, группируются по трем типам.

I тип – вопросы на воспроизведение информации (ответы находятся в тексте).

II тип – вопросы на понимание (при ответе необходимо увязать информацию из нескольких частей одного фрагмента).

III тип – вопросы на выявление смысла (при ответе необходимо выйти за рамки фрагмента текста и увязать информацию из разных фрагментов или информацию фрагмента с информацией вне текстов).

Вопросы III типа могли и не задаваться при чтении текстов, поэтому их надо придумать на данной стадии занятия.

После классификации вопросов всем учащимся в группах предлагается разделить информацию во фрагментах текста на категории. Работают в течение 10 минут. Выносят предложения групп на доску, выступают по очереди, каждая группа добавляет то, о чем еще не было сказано. Получается возможный список категорий.

Список использованной литературы

1. Иванченко Г.В. Принцип необходимого разнообразия в культуре и искусстве: диссертация ... доктора философских наук: 24.00.01. Москва. 1999. 310 с.

2. Хомяков В.Н. Кибернетика, закон необходимого разнообразия и разработка прогнозов экономических показателей // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2014. №1-1. С. 128-141.

3. Швец И.М., Краснодубская С.В. Активные формы обучения в преподавании курса «Концепции современного естествознания»: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород. 2010. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/current_science.pdf. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

Из [2, с. 128]:

Несколько слов о кибернетике как науке об управлении

Слово «кибернетика» (греч. *управление, искусство управления*) возникло в Древней Греции. Впервые его произнес задолго до нашей эры философ Платон (он ученик Сократа и учитель Аристотеля), произведя его от греческого слова «кибернус», что означало «кормчий». Вот почему древнее искусство управлять кораблем может служить первым символом кибернетики.

Кибернетика как наука возникла в 40-х гг. XX века в результате насущной практической потребности в повышении качества управления в производственно-технической, хозяйственной, политической, военной и других областях человеческой деятельности. Отцом кибернетики по праву называют выдающегося американского математика Норберта Винера (англ. *Norbert Wiener*), который в 1948 г. впервые сформулировал основные идеи и принципы этой науки в своей знаменитой книге «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине» (англ. «*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*»). <...>

Кибернетика – это наука об управлении и связи, о восприятии, хранении и переработке информации, о причинных сетях. Каждое из этих определений подчеркивает существенную сторону кибернетики. Область применения кибернетики определил Н. Винер – это машины, живые организмы и их объединения. Можно сказать, что кибернетика – это наука об управлении в машинах, живых организмах и их объединениях на основе получения, хранения, переработки и использовании информации. Кибернетика – это наука об управлении в кибернетических системах. Кибернетические системы – это сложные динамические системы любой природы (биологические, технические, экономические, социальные, административные) с обратной связью. Сложными динамическими системами называются такие системы, которые содержат в себе множество более простых, взаимодействующих друг с другом систем и элементов, которые меняются, т.е. под воздействием определенных процессов переходят из одного устойчивого состояния в другое.

Установление связи между управлением и информационными процессами – важнейшее достижение кибернетики. Оно позволяет понять технологию процесса управления и, главное, подвергнуть его изучению количественными методами. Отличительная черта кибернетического подхода к познанию и совершенствованию процессов управления – использование их аналогов в живой и неживой природе и моделирование. Основная задача кибернетики – достижение на основе присущих ей методов и средств оптимального уровня управления, т.е. принятие наилучших управленческих решений. <...>

Из кибернетики управление заимствует следующие законы и принципы: закон необходимого разнообразия; принцип эмерджентности; принцип внешнего дополнения; закон обратной связи; принцип выбора решения; принцип декомпозиции; принцип иерархии управления; принцип автоматического

регулирования (саморегулирования). Все указанные законы и принципы кибернетики взаимосвязаны и взаимообусловлены.

«Закон необходимого разнообразия» – это первый фундаментальный закон кибернетики, сформулированный Уильямом Росс Эшби (англ. *William Ross Ashby*, английский психиатр, специалист по кибернетике и пионер в исследовании сложных систем) и формально доказанный им в работе «Введение в кибернетику» (англ. *Introduction to Cybernetics*).

Содержательный смысл слов «необходимый», «разнообразие», «необходимое разнообразие» и примеры их использования

[2, с. 130]: Проведем анализ содержательного смысла слов «необходимый» и «разнообразие», а также их сочетания («необходимое разнообразие»), с опорой на толкования этих слов, содержащиеся в следующих известных российских словарях:

- Абрамов Н. Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений / Н. Абрамов. – Москва: Русские словари, 1999.

- Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: В 4 т. / В.И. Даль. – М.: Русский язык, 1978.

- Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: ИЗД-ВО, 2012.

- Толковый словарь русского языка: В 4 т. / Под ред. Д.Н. Ушакова. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2000.

Некоторые толкования слова «необходимый» приведены ниже:

- «надобный, настоятельный, неотложный, нужный, обязательный, вынужденный» (*Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений / Под ред. Н. Абрамова*);

- «нужный, надобный, без чего нельзя быть, нельзя обойтись; | чего нельзя обойти. Мне книги эти необходимы или необходимо нужны. Мель эта не обходима, она легла поперек всего русла, образует порог, пережат. Необходимость порядка не подлежит спору. Издержал на разные необходимости, столько-то. Всякая необходимость есть следствие чужой (не своей) воли» (*Толковый словарь Даля*);

- «1. Такой, без которого нельзя обойтись, нужный. Необходимые средства. Необходимый инструмент. 2. Обязательный, неизбежный. Сделать необходимые выводы» (*Толковый словарь Ожегова*);

- «1. Такой, без которого нельзя обойтись; Очень нужный. Необходимый работник. Необходимые пособия. 2. Обязательный, неизбежный. Сделать все необходимые выводы. Необходимая оборона (право)...» (*Толковый словарь Ушакова*).

Ниже приведены некоторые литературные примеры использования слова «необходимый»:

- «Разве я не стал необходимой частью вашей жизни, хотя вы меня по-прежнему не любите?» (*В.Я. Брюсов, «Через пятнадцать лет», 1909 г.*);

- «Ни позже, ни раньше, именно в тот самый момент, когда это сделалось необходимым, потому что два-три раза щелкнул курок, Аян бросился к ложу Пэда» (*А.С. Грин, «Пролив бурь», 1909 г.*);

– «В запасе оставался один Никон, и попадья обратилась к нему с необходимыми предосторожностями» (Д.Н. Мамин-Сибиряк, «Братья Гордеевы», 1891 г.).

В математике слово «необходимый» обычно понимается как являющийся следствием чего-либо, как вытекающий из чего-либо. Суждение Р является необходимым условием суждения Х, когда из (истинности) Х следует (истинность) Р.

У.Р. Эшби в своей книге «Введение в кибернетику» написал: «Самым фундаментальным понятием кибернетики является понятие «различия», означающее, что либо две вещи ощутимо различны, либо одна вещь изменилась с течением времени. Понятие это включает, естественно, все изменения, которые могут произойти с течением времени».

Некоторые толкования слов «разнообразие» и «разнообразный» приведены ниже:

– «Разный – различный, разнообразный, разнородный, разноцветный, разношерстный, разнокалиберный, многообразный, пестрый, видоизмененный, несходный. Эти вещи разные. Дело делу рознь. Это – другое дело. Всякой твари по паре» (*Словарь русских синонимов и сходных по смыслу выражений / Под ред. Н. Абрамова*);

– «Разнообразный – различный, неодинаковый по каким-нибудь признакам. Разнообразные предметы. Разнообразные впечатления» (*Толковый словарь Ожегова*);

– «Разнообразие – отсутствие однообразия, монотонности, наличие несходных, неповторяющихся элементов в чем-нибудь. Разнообразие жизни. Разнообразие впечатлений. Внести разнообразие в жизнь» (*Толковый словарь Ушакова*);

– «Разнообразие – (variety) 1. Определенный товар, выделяемый среди подобных товаров на основе детального описания или торговой марки (brand name). 2. Существование большого количества определенных видов товаров. Разнообразие для потребителей является благом...» (*Экономический словарь*).

Синонимы слова «разнообразие»: диверсификация, многообразие, многообразность, множество, немонотонность, различие, различность, разновидность, разнокалиберность, разнообразность, сложность. <...>

Необходимое разнообразие (англ. *requisit variety*) – фундаментальное понятие кибернетики и общей теории систем. Разнообразие – количественная характеристика системы. Эта характеристика используется для количественной оценки сложности системы. Она может вычисляться двояко. Первый способ – как действительное количество возможных различимых состояний. Тогда это число может быть очень и очень большим. Например, разнообразие такой системы, как наша Вселенная, может быть оценено как 10 в степени 10¹²³. Такое число приводит выдающийся ученый современности, работающий в различных областях математики, общей теории относительности и квантовой теории, Роджер Пенроуз (англ. *Roger Penrose*) в своей книге «Структура пространства-времени», 1972). Второй способ заключается в логарифмировании общего различимого

количества состояний системы по какому-либо основанию, обычно по основанию 2 – в этом случае разнообразие измеряется в битах [1, с. 134].

Закон необходимого разнообразия: его формулировки, некоторые расширительные толкования и практическое значение

[2, с. 136]: В книге замечательного английского ученого У.Р. Эшби «Введение в кибернетику» приведены следующие формулировки закона необходимого разнообразия (*The Law of Requisite Variety*):

а) «Только разнообразие ходов игрока А может уменьшить разнообразие исходов»;

б) «Таким образом, разнообразие исходов, если оно минимально, может быть еще более уменьшено лишь за счет соответствующего увеличения разнообразия, которым располагает А... Это и есть закон необходимого разнообразия. Говоря более образно, только разнообразие в А может уменьшить разнообразие, создаваемое Б; только разнообразие может уничтожить разнообразие. Этот тезис настолько важен в общей теории регулирования, что я приведу еще несколько иллюстраций и доказательства его... Этот закон имеет очень широкое применение».

За этой внешней простотой формулировок закона содержится поистине великое открытие, имеющее принципиальное значение для исследования возможностей управления, причем не абстрактно, а в вполне конкретных жизненных ситуациях. Дело в том, что область действия этого закона распространяется в равной мере, как на биологические и технические системы, так и на управление коллективами людей и процессами человеческой деятельности.

Из этого закона непосредственно следует, что *желательно иметь разнообразие возможных действий управляющего не ниже разнообразия вероятных действий управляемой им системы*. Только в этом случае возможен надежный контроль исходов возникающих ситуаций. Или можно сказать так: *разнообразие сложной системы требует управления, которое само обладает некоторым разнообразием*. Иначе говоря, значительное разнообразие воздействующих на большую и сложную систему возмущений требует адекватного им разнообразия её возможных состояний. Если же такая адекватность в системе отсутствует, то это является следствием нарушения принципа целостности составляющих её частей (подсистем), а именно – недостаточного разнообразия элементов в организационном построении (структуре) частей.

Ограничение разнообразия в поведении управляемого объекта достигается только за счет увеличения разнообразия органа управления (управленческих команд). Чтобы достигнуть минимума разнообразия выходных реакций (результатов деятельности) системы, управляющий орган должен быть способен к выработке определенного минимума команд и сигналов. Если его мощность ниже минимума, он не способен обеспечить полное управление.

Разнообразие в природных системах

[2, с. 132]: Наиболее ярким примером системы, характеризующейся большим разнообразием, является биосфера.

Разнообразие – важнейшее свойство всех экосистем. Биосфера как глобальная экосистема характеризуется максимальным среди других систем разнообразием. Последнее обуславливается многими причинами и факторами: а) разные среды жизни (водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная); б) разнообразие природных зон, различающихся по климатическим, гидрологическим, почвенным, биотическим и другим свойствам; в) наличие регионов, различающихся по химическому составу. Но самое главное, это объединение в рамках биосферы большого количества элементарных экосистем со свойственным им видовым разнообразием.

В настоящее время описано около 2 млн. видов (примерно 1,5 млн. животных и 0,5 млн. растений). Полагают, однако, что число видов на Земле в 2-3 раза больше, чем их описано. Не учтены многие насекомые и микроорганизмы, особенно в тропических лесах, глубинных частях океанов и в других малоосвоенных местах обитания. Кроме этого, современный видовой состав – это лишь небольшая часть видового разнообразия, которое принимало участие в процессах биосферы за период ее существования. Дело в том, что каждый вид имеет определенную продолжительность жизни (10-30 млн. лет), и поэтому с учетом постоянной смены и обновления видов число видов, принимавших участие в становлении биосферы, исчисляется сотнями миллионов. Считается, что к настоящему времени арена биосферы оставили более 95% видов.

Для любой природной системы разнообразие – одно из важнейших ее свойств. С ним связана возможность дублирования, подстраховки, замены одних звеньев другими (например, на видовом или популяционном уровнях). На уровне экосистемы природа для выполнения своих задач не полагается только на один или два вида. В ней нет лишь одного вида хищников, одного типа пищи, одного вида травоядных или одного вида пожирателей падали. Разнообразие важно, так как оно предохраняет экосистему от эффектов, связанных с радикальным изменением численности одной популяции. Поэтому ученые рассматривают разнообразие как основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

Не случайно, что биологическое разнообразие отнесено Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 г.) к числу трех важнейших экологических проблем, по которым приняты специальные Заявления или Конвенции.

[3, с. 18-19]:

Возможно, мы живём в эпоху наибольшего биоразнообразия. 600 млн. лет назад, в кембрийский период, появились разнообразные формы многоклеточных. С тех пор жизнь постоянно развивается в сторону все большего их разнообразия. Возможно, на Земле никогда не было такого количества различных видов живых организмов, как сейчас.

Учёные, изучающие развитие жизни на Земле, отмечают пять случаев массового вымирания организмов. Наиболее известное из них – вымирание динозавров в конце мезозойского периода. Было время в истории Земли, когда под угрозой уничтожения оказалось всё живое. Это случилось в пермский период около 240 млн. лет назад, когда исчезло 96% морских животных. Сегодня наша планета вновь переживает сокращение биоразнообразия, но на этот раз оно происходит по вине человека.

Самое большое количество биологических видов на Земле – в экосистемах тропических лесов. Один учёный на одном-единственном дереве в лесу Перу насчитал 43 вида муравьёв. Другой исследователь на 10 гектарах земли на острове Калимантан (Индонезия) обнаружил 700 разновидностей деревьев. Две группы живых организмов, отличающиеся наибольшим количеством видов, – артроподы (членистоногие, подтип беспозвоночных), особенно насекомые, и цветущие растения, концентрирующиеся, главным образом, в тропиках. Большая часть разнообразных биологических видов, существующих в тропических лесах, всё ещё ждёт своего исследователя. Многие учёные предполагают, что в процессе таких исследований могут быть найдены средства для лечения некоторых болезней человека.

Можно классифицировать живые организмы согласно их вкладу в общее биоразнообразие. Для этого нужно установить количество видов в каждой отдельной группе. В таком случае выясняется, что насекомые составляют более 50% общего количества видов, известных науке. С другой стороны, млекопитающие и птицы, взятые вместе, насчитывают 11000 видов, что составляет всего около 0,7% от 1,5 миллионов установленных наукой видов.

Разнообразие в социальных системах

[2, с. 133]: Следует подчеркнуть, что значимость разнообразия для природных систем в значительной мере действительна и для социальных структур. Всякое стремление к упрощению социальной структуры общества, перевод ее на однообразие, авторитаризм могут дать кратковременный положительный результат, за которым неминуемо проявляются отрицательные последствия. Рыночная экономика также содержит большое количество различных «необходимых разнообразий». Примеры некоторых из них приведены ниже:

1) *разнообразие потребностей человека*. В книге «Мотивация и личность» (Motivation and Personality, 1954) американский психолог А. Маслоу из множества потребностей человека выделил пять: а) физиологические потребности (пища, вода, жилье, половое влечение и т.д.); б) потребности в безопасности и уверенности в будущем (защита от болезней, преступности, врагов и т.д.); в) социальные потребности (дружба, любовь, взаимопонимание, принадлежность к коллективу и т.д.); г) потребности в уважении (уважение со стороны других, признание, достижение успеха, служебный рост и т.д.); д) потребности в саморазвитии (духовный рост, самовыражение, самосовершенствование, самореализация и т.д.). Данные потребности расположены в виде строгой

иерархической структуры (это так называемая «Пирамида потребностей Маслоу»);

2) *разнообразие организационно-правовых форм коммерческих организаций*: а) хозяйственные товарищества (полное товарищество и товарищество на вере); б) хозяйственные общества (акционерное общество, общество с ограниченной ответственностью, общество с дополнительной ответственностью; в) производственные кооперативы (артели); г) государственные и муниципальные унитарные предприятия);

3) *разнообразие организационно-правовых форм некоммерческих организаций*: а) объединения юридических лиц (ассоциации, союзы); б) государственные и муниципальные учреждения; в) общественные и религиозные организации (объединения); г) потребительские кооперативы (общества, союзы); д) благотворительные и иные фонды;

4) *разнообразие организационных структур управления*: линейная, функциональная, линейно-функциональная, дивизиональная, проектная, матричная, программно (или проблемно)-целевая, бригадная;

5) *разнообразие основных ресурсов, используемых организацией*: люди (человеческие ресурсы), капитал, материалы, технологии и информация;

б) *разнообразие ключевых пространств, в рамках которых организация определяет свои цели*: положение на рынке, инновации, производительность, ресурсы, доходность (прибыльность), управленческие аспекты, выполнение трудовых функций персоналом и отношение его к работе, социальная ответственность;

7) *разнообразие факторов внешней среды, оказывающих существенное влияние на жизнедеятельность организации*.

<...>

Процесс управления, в конечном счете, сводится к уменьшению разнообразия состояний управляемой системы, к уменьшению её *неопределенности*. В соответствии с этим законом, с увеличением сложности управляемой системы сложность управляемого блока также должна повышаться. Поэтому все большее усложнение аппарата управления корпорациями, холдингами, финансово-промышленными группами, и т.п. организациями и их частями в современных условиях – это закономерный процесс. Другое дело, что восполнять разнообразие управляющей системы нужно за счет внедрения компьютерных и других прогрессивных технологий управления и математических методов, а не за счет привлечения дополнительных людских ресурсов.

Закон необходимого разнообразия имеет принципиальное значение для разработки оптимальной структуры системы управления. Если центральный орган управления при сохранении разумных размеров не обладает необходимым разнообразием, то следует развивать иерархическую структуру, передавая принятие определенных решений на нижние уровни и не допуская, чтобы они превращались в передаточные инстанции.

Разнообразие в культуре и искусстве

[1, с. 20]:

Подобно тому как глаз человека за долгие тысячелетия приспособился к вечной смене красок, оттенков, рельефов, поверхностей, неровностей, наблюдаемых им в природных ландшафтах, человеческое сознание возникло и развивалось в условиях ошеломляющего многообразия, непрерывных изменений, отсутствия полностью идентичных объектов, явлений, сущностей. Одно из ярких свидетельств тому – заметки этнографов об изумивших аборигенов (гораздо более иных непривычных и незнакомых им вещей европейцев) двух абсолютно одинаковых экземплярах одной книги.

В фольклоре самых разных культур идея множественности, связываемая с человеческим бытием, с душой, приобретает формы зачастую мистические и демонические: "внешняя душа», отделяясь в минуту опасности от своего «носителя», становится множеством однородных предметов – птиц, белок, бусинок, иголок и т.п. Напрасно надеяться собрать и уничтожить это необозримое множество: при сохранении любой единицы из него возможно продление существования. Часто перед героем мифа или сказки возникает ора из этой неразличимой множественности, например, «настоящей» невесты из похожих на нее как две капли воды девушек.

С тех пор как человек начинает задумываться о смысле видимого, ощущаемого, слышимого, о мире и о себе в мире, разнообразие становится для него одной из самых волнующих загадок. Это и пространственно-временное многообразие сущего, и разнообразие тех, кого тем не менее человек мог объединить понятием «мы» – своих сородичей, и – появляющееся разнообразие собственных состояний сознания, внутренней жизни.

Это природное многообразие упорядочивается, наполняется смыслом в восприятии человека. Объективность мира выступает как «непосредственное многообразие» и «трансцендентная миру культуры избыточность» (Туровский, 1997).

Поиски первоэлементов, составляющих видимое многообразие мира, ведутся с самых ранних этапов становления греческой философии. Платон признавал пять первоэлементов и дал им название «стихии» (от греческого «стойхос» – ряд). Антиномия «Единое-Многое» занимала особое место в философских концепциях античности. Сам античный идеал научного познания был ориентирован на познание не мира явлений, но мира сущностей. «Основная задача науки, – пишет Д.М. Петрушевский, – преодолеть бесконечное разнообразие бытия путем переработки его в понятия» (1922; цит. по Розин, 1991).

В пантеистических, натурфилософских концепциях Николая Казанского и Джордано Бруно множественность и разнообразие вещей выводится из единства и простоты актуально бесконечной субстанции. Категория «разнообразие» – одна из наиболее общих в ренессансном мышлении (*varietas, varietas* в итальянских и латинских текстах эпохи). Как и взаимодополнительная к ней «*conciimitas*» (гармоничность, симметричность, упорядоченность, завершенность), «*varietas*» рассматривалась в качестве творческого принципа теоретиками музыки и

живописи этой эпохи (см. Коледа, 1992; об универсальности понятия разнообразия, складывающейся в Ренессансе, см. Баткин, 1981, 1984). Следует отметить изменение этического отношения к разнообразию как ценности по сравнению со средневековым осуждением многообразия как проявления индивидуальности, как смешения святого и светского. Так, теоретик консервативно ориентированной григорианской реформы Бернард Клервоский находил достойным осуждения, если «многообразие различных форм столь велико и столь необычайно, что, кажется, приятнее его видеть в мраморе, чем прочесть об этом в книгах, и, если день охотнее проводится тогда, когда любуются этими мелочами, нежели, когда думают о божественных заповедях» (цит. по Золтаи, 1977).

В философской системе Лейбница одним из основных является понятие энтелехии, связывающее свойства целого – животного или растительного организма – с его «господствующей душой», или энтелехией. Бесконечная делимость целого на части, каждая из которых имеет собственную энтелехию и находится в движении, находит свое отражение в известном представлении Лейбницем мира как «сада, полного растений, и пруда, полного рыб. Но каждая ветвь растения, каждый член животного, каждая капля его соков есть опять же такой же сад и такой же пруд» (Лейбниц, 1714, цит. по Антология, 1970).

Эволюция многообразия интересовала энциклопедистов. Так, Дидро писал: «Существует бесконечное разнообразие элементов в природе, у каждого из этих элементов благодаря его разнообразию есть своя самобытная, внутренняя, неизменная, вечная, нерушимая сила и что все эти внутренне присущие телу силы действуют, выходя за его пределы; таким образом создается движение или, вернее, всеобщее брожение во Вселенной» (цит. по Антология, 1970).

Но в этом бесконечном многообразии философская мысль была склонна видеть проявления закономерностей и законов. По словам Иммануила Канта, «мироздание с его неизмеримым величием, с его сияющим отовсюду бесконечным разнообразием и красотой приводит нас в безмолвное изумление. Но если представление обо всем этом совершенстве поражает наше воображение, то, с другой стороны, разум восторгается по-иному, видя, сколько великолепия, сколько величия вытекает из одного всеобщего закона согласно вечному строгому порядку» (1790). Об этом же писал Макс Планк: «С давних времен, с тех пор, как существует изучение природы, оно имело перед собой в качестве идеала конечную, высшую задачу: объединить пестрое многообразие физических явлений в единую систему, а если возможно – то в одну-единственную формулу» (Планк, 1966).

<...>

Феномен разнообразия особенно отчетливо проявляется и в такой «незримой» сфере культуры, как регулирование социального взаимодействия. Опосредованные либо непосредственные регуляторы поведения сообщают «валентность» (в терминах психологической теории поля Курта Левина) объектам и структурам социокультурного поля, – так, ценности и нормы с разной степенью

«жесткости» и обязательности детерминируют предпочтения и возможности в ходе взаимодействия людей.

Сама внутренняя структура культурного поля выступает как фактор порождения и ограничения вариативности. В любой культуре есть ядро – сравнительно жестко структурированная иерархия норм, ценностей, смыслов, механизмов социализации и инкультурации, и есть относительно особенностей духовной природы народов, составляющих культурно-исторический тип, под влиянием своеобразных внешних условий, которым они подвергаются в течение своей жизни, тем разнообразнее и богаче, чем разнообразнее, независимее составные его элементы» (дат. по Культурология, 1998).

То время, в течение которого отдельная культура будет расходовать свой потенциал, определяется не гипотетическим «резервуаром возможностей», полученным ею при возникновении, но скорее внутренним разнообразием системы. А.С. Панарин отмечает, что, вопреки представлениям адептов «монолитности», каждое общество, каждая цивилизация состоит из гетерогенных начал – это составляет источник их динамики. Внутреннее разнообразие, связанное с отдаленным скрещиванием, становится залогом повышенной жизнестойкости и адаптивности – способности приспособливаться к изменениям среды. Понятно поэтому, сколь плохую услугу культуре и социуму оказывают ревнители чистоты – классовой, расовой, этнической или конфессиональной (1998).

Занятие 3. Развитие системных представлений

Вызов

На стадии вызова преподаватель делит аудиторию на группы (по 5 человек) и задаёт вопросы:

1. Как вы понимаете, что такое системный подход в исследовании?
2. Как вы считаете, всегда ли данный подход применялся в научном познании?

Студенты в группах обсуждают ответы на данные вопросы. Ответы каждой группы кратко фиксируются на доске.

Вводное слово преподавателя

В 1974 г. философ В.Н. Садовский писал: «Термин «система», «структура», «системные и структурные методы исследования» и производные от них все шире и шире проникают в современные специально-научные и философско-методологические исследования. Сейчас уже с полной уверенностью можно говорить, что совершаемый современной наукой и техникой переход к анализу своих объектов как систем означает по сути дела важное преобразование научного знания, нашего понимания мира. Наряду с прогрессирующей дифференциацией и интеграцией знания, все более широким проникновением в естественные и общественные науки методов математики и логики системный подход принадлежит к числу основных особенностей науки и техники второй половины XX века. Важным свидетельством в пользу сказанного является поразительно быстрый рост новых научных дисциплин и новых разделов наук, ставящих своими задачами анализ систем определенного типа. Подобные направления исследований возникли во многих науках» [4].

Становление системного подхода как метода исследования было связано с преодолением кризиса научного познания на рубеже XIX-XX веков, связанного, по словам Юдина и Блауберга [1], не только и не столько с накоплением большого эмпирического материала, сколько с радикальным пересмотром понятийного аппарата в ведущих областях знания.

Однако объективно *системное* видение и понимание исследуемых объектов далеко не сразу возникает в научном познании. В свою очередь, процесс познания объективной реальности задается научной картиной мира на каждом исторически определенном этапе развития науки [5]. Научная картина мира формируется парадигмальными методологическими установками (по И.К. Лисееву) или познавательной моделью (по А.П. Огурцову), представляющей собой «набор приемов и утверждений, которые данному учёному (учёным) настолько наглядны и самоочевидны, что через них принято объяснять (к ним сводить, ими моделировать) все остальные факты и понятия. В любой исторический момент в обществе обычно господствует одна познавательная модель (иногда две), формирующая научную парадигму в каждом разделе знания, а другие оппозиционны ей. Хотя каждая познавательная модель удобна для описания лишь какого-то круга явлений, однако на практике ведущая модель привлекается для

объяснения всего на свете, и это часто делает познание односторонним, ущербным» [8].

Примером того, как доминирующая познавательная модель влияет на научную картину мира, могут служить воспоминания Дж. Томсона, первооткрывателя электрона:

«”Я сделал первое сообщение о существовании этих корпускул на вечернем заседании Королевского института в очередную пятницу 30 апреля 1897 года... Много времени спустя один выдающийся физик рассказал мне, что подумал тогда, будто я всем им нарочно морочу голову. Я не был этим удивлен, ибо сам пришел к такому объяснению своих экспериментов с большой неохотой: лишь убедившись, что от опытных данных никуда не скрыться, я объявил о моей вере в существование тел, меньших, чем атомы”».

Так вот что смущало: мысль о реальности тел, меньших, чем атомы! А сегодня может смутить само это признание. Неужели на исходе великого века естествознания физики еще так мало знали о микромире, что у них не было даже уверенности в сложности атомов? Больше двух тысячелетий отделяло их от древних атомистов, а представление о первоосновах вещественного мира было у них едва ли не тем же, что у Демокрита или Лукреция Кара (не трудившихся с утра до вечера ни в каких лабораториях)» [2, с. 19].

Всего в историческом развитии науки выделяют три основных этапа: классический, неклассический, постнеклассический. Рассмотрим их подробнее с позиций доминирующих познавательных моделей, присущих для того или иного этапа.

Осмысление

На данном этапе используется приём «Зигзаг». Преподаватель просит студентов в каждой группе рассчитаться по порядку от 1 до 5 и затем объединиться в группы с одинаковым номером, т.е. студенты делятся на «экспертные» группы. «Экспертам» раздаётся одинаковый текст об определённых познавательных моделях (Приложение 3). Студенты читают текст, обсуждают в группе содержание и отвечают на вопросы, помогающие его усвоить. После этого студентам предлагается вернуться обратно в «домашние» группы, где каждый «эксперт» рассказывает новую информацию о познавательных моделях другим.

Опорные вопросы к тексту:

1. На каком историческом этапе и этапе развития науки преобладала данная познавательная модель?

2. Выявите основные черты познавательной модели на основе следующих позиций:

- а) отношения к природе, к исследуемым объектам
- б) отношения к человеку
- в) господствующих законов, принципов

Во время или после обсуждения познавательных моделей в «экспертных», а затем и в «домашних» группах студенты могут уточнять у преподавателя непонятные моменты.

После обсуждения преподаватель просит рабочие группы перечислить познавательные модели в хронологическом порядке, используя подсказки в тексте. Ответы групп фиксируются на доске, идёт обсуждение спорных моментов.

Рефлексия

На стадии рефлексии преподаватель задаёт аудитории вопросы для последующего обсуждения:

1. Как вы понимаете, с чем связан переход от одной познавательной модели к другой в ходе развития науки?

2. Можно ли сказать, что познавательная модель встречается только на одном определенном историческом этапе? Можно ли сегодня найти черты прошлых познавательных моделей, господствующих в классическом и неклассическом периодах развития науки?

3. Какую тенденцию в процессе исторического движения познания мы можем заметить?

4. Как системное осмысление действительности помогает нам сегодня в изучении взаимоотношений человека и природы?

Заключительное слово преподавателя

Таким образом, мы видим, что познавательные модели являются важной характеристикой того или иного времени, отражая доминирующий тип мышления и преобладающую научную картину мира. Однако новые познавательные модели не «выбрасывают за ненадобностью» предыдущие, а как бы вбирают их в себя, способствуя изменению образа мышления, в том числе на пути становления типа взаимоотношений природной среды и человечества.

Возникнув в биологии в период системного осмысления действительности, системный подход помогает сегодня сформировать новый тип взаимоотношений человека и природы, отражая реальный процесс исторического движения познания от исследования единичных, частных явлений, от фиксации отдельных сторон и свойств объекта к постижению единства многообразия любого целого. Принцип системности, сформировавшийся в сфере биологического познания, предстает ныне в своей универсальности как путь реализации целостного подхода к объекту в условиях учета сложнейшей и многообразной дифференцированности знания об этом объекте и применяется в самых различных изучаемых предметах и с самых разных позиций.

Список используемой литературы

1. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода / Отв. ред. А.Ф. Зотов. М.: «Наука». 1973 г. 271 с.
2. Данин Д.С. Вероятностный мир. М.: Знание. 1981. 208 с.

3. Игнатова В.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для дистанционного обучения. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2005. 208 с.
4. Лисеев И.К. Становление новой парадигматики в биологических исследованиях // Философия науки и техники. 2001. №. С. 106-123.
5. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М.: «Наука». 1974. 280 с.
6. Степин В.С. Классика, неклассика, постнеклассика: критерии различения / Постнеклассика: философия, наука, культура. СПб.: Издательский дом «Миръ». 2009. С. 249-295.
7. Теория информационных процессов и систем: учебник / Ю.Ю. Громов, В.Е. Дидрих, О.Г. Иванова, В.Г. Однолько. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2014. 172 с.
8. Чайковский Ю.В. Актиреф, эдвант и новая картина мира // *Lethaea rossica*. 2017. Т. 15. С. 92–109.
9. Чайковский Ю.В. Познавательные модели, плюрализм и выживание // Путь. Международный философский журнал. 1992. № 1 (2). С. 62-108.

По словам философа И.К. Лисеева, в *классическом* понимании науки господствовал образ неизменной, статической науки, абсолютно истинной, бесспорной, основанной на незыблемых критериях научности, неопровергаемых ее поступательным развитием. Процесс познания объективной реальности предполагал полное разграничение субъекта и объекта. Считалось, что особенности субъекта никак не сказываются на результатах познания. Развитие науки рассматривалось как процесс накопления твердо установленных, доказанных раз и навсегда истин [4].

Классическому периоду были присущи такие познавательные модели, как:

- **Организменная** - мир как организм. Это первая познавательная модель, раскрывающая устройство бытия, космоса, природы по аналогии с устройством живого организма [3].

Зарождение системных представлений и первой – организменной – познавательной модели в классическом образе науки связывают с именами античных философов. Так, например, первую модель организма как целеустремленной системы представил еще Аристотель (384-322 г. до н.э.) в трактате «О душе». Его первичная трактовка организма как системы отражала существовавший уже в то время тезис «Целое всегда больше суммы его частей». На основе данного тезиса Аристотель использовал понятие «души» («энтелехии») как неотделимую от организма сущность естественного тела, как организующий и системообразующий принцип жизни тела («Душа есть причина как то, откуда движение, как цель и как сущность одушевлённых тел»).

В рамках данной познавательной модели времен античности стоит также упомянуть и корпускулярную научную программу, в основе которой лежит учение об атомах (корпускулах) Демокрита (470-405 г. до н.э.). Атомы являются первоосновой Мироздания и вместе с пустотой образуют Вселенную. Атомы не наблюдаемы, бесчисленны, могут иметь любую форму и величину. В [3, с. 86] поведение и функции атомов описываются так: «Находясь в вечном движении, атомы сталкиваются, образуют единый вихрь, соединяются и разъединяются. При этом они образуют самые разнородные по свойствам тела и порождают все сложное – огонь, воду, воздух, землю. В вихре движения тяжелые тельца собираются в центре и образуют шарообразное тело. От него отделяется оболочка, которая простирается над всем миром и образует бесконечную Вселенную, в центре которой находится Земля».

Возникнув в античности, организменная познавательная модель затем неоднократно воспроизводилась в дальнейшем.

- **Семиотическая** (знаковая, схоластическая) – мир как книга. Возникнув в средневековой культуре, эта модель давала возможность видеть мир, природу как замысел Творца, как книгу, которую надо прочесть, или шифр, смысл которого надо разгадать, расшифровать [4].

С данной моделью в науку пришло такое фундаментальное понятие, как закон природы, который первоначально понимался именно как закон

(предписание правителя, обязательное для всех подданных), а Книга природы читалась не сама по себе, а с позиций Откровения, где человек недвусмысленно провозглашается господином природы и призван раскрыть эти законы природы для утверждения собственного господства [9].

«Хотя ныне наука, в общем, отошла от знаковой трактовки знания, таковая еще присутствует в ней в форме семиотики – учения о знаках и знаковых системах. Данная ПМ характерна для начальных стадий формирования научных дисциплин. Она безраздельно господствовала в ранней генетике, где и сейчас термин «генетический текст» является одним из главных, хотя мы уже видим, что представление генетической информации как линейной и знаковой чересчур упрощено» [8].

Классическому периоду развития науки были присущи такие познавательные модели, как:

- **Механическая** – мир как машина, как часы. Завоевав приоритет в культуре Нового времени, такое понимание мира требовало его описания как комплекса механически взаимодействующих частей [4].

Фундаментом мироздания для этой познавательной модели и картины мира стала физика Декарта, где все объекты представляли собой частицы, неделимые корпускулы, собранные воедино наподобие составных элементов механизма. Взаимодействие частиц и тел осуществляется путем мгновенной передачи сил (дальнодействие) и подчиняется лапласовской (однозначной) детерминации. Будучи учёным классического периода развития естествознания, П.-С. Лаплас пытался объяснить весь мир с точки зрения механистического детерминизма (он считал, что если известно расположение элементов системы и действующие в ней силы, то можно с полной достоверностью предсказать, как будет двигаться система сейчас и в будущем). В отношении к природе была продолжена и развита прежняя тенденция покорения, но ее оправданием служила теперь не божья воля, а идея прогресса, ставшая господствующей в эпоху Просвещения. Прогресс понимался как движение, подобное движению машины, которое можно понять и предсказать и которое, следовательно, можно сознательно направлять [9].

- **Статистическая** – мир как статистический ансамбль, совокупность балансов. Восходя к XIX веку, эта модель рассматривала мир как состояние статистического равновесия [4].

Со статистической познавательной моделью в науку вошли такие понятия, как закон сохранения, баланс природы. По словам Ю.В. Чайковского [9], именно с внедрением понятия баланса природы охрану природы стали понемногу понимать «не как исполнение чьих-то заповедей или охрану чьих-то прав, а как сохранение равновесия». Статистическая модель стала господствовать с того времени, когда баланс стали трактовать как результат игры разнородных случайностей, т.е. когда в 1859 г. одновременно выступили Чарльз Дарвин (со статистическим учением о микроэволюции), Джеймс Максвелл (со статистической теорией газов) и Герберт Спенсер (со статистическим

пониманием сложных систем — организма и государства как «общественного организма»).

В начале XX века множество проблем, встающих, например, в биологии, в бихевиоральных и социальных науках, не укладывались в рамки существующей картины мира и требовали для своего решения новых понятийных средств. «Возникновение дисциплинарной организации науки лишило прежнюю механическую картину мира общенаучного статуса. Соответственно проблематизировались связанные с ней интерпретации идеалов и норм исследования. В биологии постепенно укоренялись эволюционные представления и идеалы эволюционного объяснения. Возникновение и развитие социально-гуманитарных наук, вначале ориентированных на методологию механистической парадигмы, также характеризовалось парадигмальным сдвигом в понимании познавательных идеалов и норм. Уже в позднем творчестве О. Конта достаточно отчетливо прослеживается подход к анализу общества не как механической, а как сложной органической системы. Эту идею разрабатывал затем Спенсер, предложив картину эволюции, в которой общество рассматривалось как аналог развивающегося организма. Это была первая, хотя во многих своих аспектах гипотетическая попытка представить объекты и природы и общества как сложные организмованности, подверженные эволюции. Такой подход в принципе проблематизировал идеалы классической науки в ее механистической версии» [6, с. 281].

Для *неклассического этапа* развития науки можно выделить следующие познавательные модели:

- **Организационная** – в которой рассмотрение универсума проводилось на основе вычленяемых различных организационных законов [4].

Начиная с идей «Тектологии» А.А. Богданова, эти взгляды получили развитие в работах структуралистов, холистов и др. Организационные представления лежат в основе всех направлений современной экологии, поскольку именно в рамках данной модели начали разрабатываться представления о надорганизменных системах живого (популяция, биогеоценоз, биосфера).

Из [7, с. 7-8]:

«Тектология Богданова – это общая теория организации и дезорганизации, наука об универсальных типах и закономерностях структурного преобразования любых систем. Несомненно, что А.А. Богданову удалось заложить основы новой синтетической науки, хотя и не получившей признания длительное время.

Основная идея тектологии состоит в тождественности организации систем разных уровней: от микромира до биологических и социальных систем. Относительно социальных процессов А.А. Богданов считал, что всякая человеческая деятельность объективно является организующей или дезорганизующей. Он полагал, что дезорганизация – частный случай организации. Во всём мире происходит борьба организационных форм, и в ней

побеждают более организованные формы (неважно, идёт ли речь об экономике, политике, культуре или идеологии). Это происходит из-за того, что организационная система всегда больше, чем сумма её составляющих элементов, а дезорганизационная – всегда меньше суммы своих частей. Поэтому главная задача тектологии заключается в лучшей организации вещей (техники), людей (экономики) и идей.

А.А. Богданов одним из первых в мире ввёл понятие системности. Состояние системы определяется равновесием противоположностей. В результате непрерывного взаимодействия формируются три вида систем, которые он подразделяет на организованные, неорганизованные и нейтральные.

«...» В Берлине А.А. Богданов опубликовал свои идеи. С ними ознакомился австрийский биолог и философ Людвиг фон Берталанфи (1901 – 1972). Он и создал второй вариант общей теории систем. В 30-40-е годы Берталанфи заложил основы концепции организмического подхода к организованным динамическим системам, обладающим свойством эквифинальности, т.е. способностью достигать цели независимо от нарушений на начальных этапах развития. Он обобщил принципы целостности, организации и изоморфизма в единую концепцию. Сначала применил идею открытых систем к объяснению ряда проблем биологии и генетики, но потом пришёл к выводу, что методология системного подхода является более широкой и может быть применима в различных областях науки. Так возникла идея общей теории систем. Идеи Берталанфи привлекли внимание международной научной общественности, а идеи Богданова оказались невостребованным потенциалом науки. Это тот, почти библейский случай, когда идеи, как зёрна: одни упали на неподготовленную почву, а другие – на благодатную.

Л. Берталанфи сыграл огромную роль в становлении и популяризации системного подхода. Он первым поставил саму задачу построения этой теории. Общая теория систем мыслилась им как фундаментальная наука, исследующая проблемы систем различной природы».

По словам Блауберга и Юдина [1], развитие организмических идей позволило по-новому поставить проблему целостности в научном познании благодаря биологии: целостность перестала быть только постулатом, поскольку были открыты конкретные пути к обнаружению и изучению ее механизмов. Еще одна мощная линия перестройки и обогащения концептуального аппарата биологии была связана с развитием экологии, в рамках которой живая природа предстала как сложная многоуровневая система. Именно экологические исследования завершили формирование предпосылок для систематической разработки проблем биологической организации. «В результате организованность живой материи была признана не менее важным фактором, чем способность к эволюции. На этой базе биология раньше, чем какая-либо другая область знания, пришла к осознанию не только множественности связей изучаемого объекта, но и многообразия типов этих связей. Этот вывод стал одним из главных тезисов системного подхода» [1, с. 22].

- **Эволюционная** познавательная модель. Представления данной модели зародились еще в античности и прошли через века. Однако парадигмой естествознания она становится в XIX веке, после эпохальных работ выдающихся ученых-эволюционистов Ж.-Б. Ламарка, Ч. Дарвина и др., приобретая в XX веке устойчивую тенденцию к превращению в феномен культуры в целом [4].

Эволюционная теория Дарвина легла впоследствии в основу не только современной биологии, но и западной теории менеджмента (бихевиоризм) и даже социальной философии (социобиологии). Методологической же предпосылкой достижения этого результата явилась радикальная перестройка системы основных биологических понятий и внедрение принципа развития. «Как показал биолог К.М. Хайлов, главным здесь был переход от концепции организмоцентризма к концепции видоцентризма: если додарвиновская биология считала исходным «атомом» живой природы организм, то Дарвин в качестве исходного взял понятие биологического вида. «...» Понятие биологического вида своим внутренним структурным богатством сняло односторонность представлений о живой природе как о совокупности отдельных организмов или как о надорганизменном целом, направляемом внешними ему факторами» [1, с. 19].

Наряду с эволюционной ведущими во второй половине XX века становятся еще две познавательные модели – системная и самоорганизационная.

- **Системная** познавательная модель предстает как путь реализации целостного подхода к миру в современной культуре в условиях учета сложнейшей многообразной дифференцированности знания, достигнутого в современной науке [4].

По словам Ю.В. Чайковского [8, с. 101], «системная познавательная модель видит во всем целостность, уподобляет мир организму. С нею в науку вошли идея оптимальности (экстремальные принципы) и идея самоорганизации. В мировоззрение ученых эта ПМ входит в настоящее время, хотя отдельные её положения утвердились давно (например, принцип наименьшего действия). Но радикальный изъян системной ПМ – уверенность в наличии единственно правильного решения каждой задачи о поведении систем, то есть она игнорирует феномен разнообразия (не видит, что одна и та же задача на практике решается разными по сложности путями). Эволюционные возможности данной ПМ лежат на пути отказа от идеи оптимальности».

- Познавательная модель, построенная на феномене **самоорганизации**, легла в основу формирования новейшего *постнеклассического* естествознания (и науки в целом) последних десятилетий XX века.

И.К. Лисеев отмечает, что «самоорганизация как познавательная модель в рамках науки синергетики дает возможность оценить объективную реальность в терминах нелинейности, неустойчивости, неравновесности; осознать развивающиеся процессы в системах различной природы через многообразные флуктуации подсистем, в ходе которых возникают точки бифуркаций, когда

появляется целый веер различных направлений изменений систем; увидеть возможность спонтанного возникновения самоорганизации из беспорядка и хаоса в диссипативных структурах» [4, с. 110].

На сегодняшний день самоорганизационная познавательная модель не вполне соответствуют новой научной картине мира. Становление познавательных моделей продолжается и в XXI веке.

- **Диатропическая** познавательная модель в своей основе содержит «взамен учениям о приспособлении, господствовавшим у Ламарка и Дарвина, не менее важный феномен – разнообразие. Пока биология имела дело только с единичными фактами, а не с их рядами, заметить это было невозможно. Представления о рядах, меронах и рефренах, разработанные С.В. Мейеном, дали возможность отметить тот факт, что законы многообразия носят универсальный характер, не зависящий прямо от материальной природы объектов, составляющих то или иное множество» [4, с. 111].

«Диатропическая (от греч. диатропос – разнообразный) ПМ зародилась в 1990-х как социальное явление, и многим представлялось, что она станет ведущей ПМ начала XXI века. Финансист Жак Аттали писал о грядущем «множественном порядке» (polyordre) [Attali, 1986, с. 357]. Эта ПМ видит в мире прежде всего разнообразие, видит природу как сад или как ярмарку (а не как огород или рынок, лишенные эстетического элемента), она моделирует природу обществом – совокупностью, в которой ни один элемент не обязателен, но в которой некоторая трудно уловимая целостность (часто – не функциональная, а эстетическая) есть. Разнообразие имеет собственные законы, достаточно общие и существенные, но не формальные и не строго однозначные» [8, с. 101].

Занятие 4. Системный подход в постнеклассическом периоде развития науки

Вызов

В начале занятия преподаватель актуализирует полученную на прошлых занятиях информацию и просит студентов воспроизвести в хронологическом порядке существующие в истории развития науки познавательные модели (ПМ). Ответ фиксируется на доске.

Затем преподаватель просит группы ответить на вопросы, выполнив задание:

1. Как вы считаете, в рамках какой познавательной модели работают сегодня биологи-исследователи?

2. С какой ПМ, как вам кажется, в истории науки начинается современный системный подход в изучении биологических объектов?

Заполните группой предложенную таблицу и проведите черту между ставшими «неактуальными» ПМ и теми, которые, на ваш взгляд, доминируют сегодня в современных биологических науках. Свой выбор обоснуйте.

Преподаватель раздаёт материалы прежнего занятия и бланк для заполнения таблицы «Познавательные модели» (Приложение 4), где необходимо указать основные позиции отношения к природе, к человеку и характерные для данной ПМ законы и принципы.

После отведённого для выполнения задания времени преподаватель просит группы по очереди представить получившуюся таблицу, ответить на поставленные вопросы. Для экономии времени можно предложить выслушать первую группу, а остальным группам по ходу выступления сравнивать то, что получилось у них в таблицах, с той информацией, которую презентует первая группа. В случае несовпадения у групп информации идёт обсуждение.

На стадии осмысления используется приём «Чтение с остановками». Раздаётся текст (сост. по материалам статьи В.С. Степина и учебного пособия В.А. Игнатовой [1, 2] (Приложение 5).

Текст разделён «остановками», на каждой остановке студентам задаются по два вопроса. Первый вопрос направлен на понимание только что прочитанного отрывка. Вторым вопросом направлено на высказывание собственной позиции в рамках обсуждаемой темы или предполагает ответ, который можно подтвердить или опровергнуть в следующем отрывке. Работа может идти как в группе/парах, при этом каждый участник отвечает на поставленные вопросы, после чего группе необходимо оформить единый ответ на каждый вопрос «остановки». Затем каждая группа по очереди представляет ответы на вопросы, идёт обсуждение.

Рефлексия

На стадии рефлексии группы сначала возвращаются к вопросам со стадии вызова, а затем преподаватель просит студентов соотнести познавательные

модели с изучаемыми в их рамках системами (другими словами, какой тип систем изучался в рамках той или иной познавательной модели?). Работа идёт в группах, результат работы представляется перед аудиторией на основе заполненной таблицы «Познавательные модели».

В заключении идёт общее обсуждение вопроса «На ваш взгляд, благодаря каким двум универсальным принципам мы можем представить мир как сложную саморазвивающуюся систему?»

Список используемой литературы

1. Игнатова В.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для дистанционного обучения. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2005. 208 с.
2. Степин В.С. Саморазвивающиеся системы и постнеклассическая рациональность // Вопросы философии. 2003. №8. С. 5-18.

Приложение 4. Таблица «Познавательные модели» (по И.К. Лисееву)

Отношения в модели Модели	Отношение к природе	Взгляд на человека	Основные законы, идеи

[2, с. 5-18]:

«В 70-х годах прошлого века Г.Н. Поваров предложил различать эти типы систем по числу элементов и характеру их связей. Согласно его подходу, *малые (простые)* системы включают порядка 103 элементов, *большие саморегулирующиеся* – до 106 элементов, *саморазвивающиеся* – 1010-1014 элементов. Характеристики системных связей каждого из этих типов, которые в первом приближении были намечены в рамках предложенного подхода, сегодня можно уточнить и дополнить. Связи и отношения элементов, присущие каждому из типов систем, характеризуются в категориях части и целого, вещи и процесса, причинности, случайности, возможности, необходимости, пространства и времени.

Для описания *простых* систем достаточно полагать, что суммарные свойства их частей исчерпывающе определяют свойства целого. Часть внутри целого и вне целого обладает одними и теми же свойствами, связи между элементами подчиняются лапласовской причинности, пространство и время предстают как нечто внешнее по отношению к таким системам, состояния их движения никак не влияют на характеристики пространства и времени.

Остановка 1

- 1) Как вы понимаете словосочетание «лапласовская причинность»?
- 2) Приведите примеры малых (простых) систем из различных областей науки и техники.

Нетрудно обнаружить, что все эти категориальные смыслы составляли своеобразную матрицу описания механических систем. Именно они выступали образцами малых (простых) систем. В технике – это машины и механизмы эпохи первой промышленной революции и последующей индустриализации: паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, различные станки и т.п. В науке – объекты, исследуемые механикой. Показательно, что образ часов – простой механической системы – был доминирующим в науке XVII-XVIII вв. и даже первой половины XIX столетия. Мир устроен как часы, которые однажды завел Бог, а дальше они идут по законам механики. Категориальная сетка описания малых систем была санкционирована философией механицизма в качестве философских оснований науки этой эпохи. Как простую механическую систему рассматривали не только физические, но и биологические, а также социальные объекты. Здесь достаточно напомнить о концепциях человека и общества Ламетри и Гольбаха, о стремлении Сен-Симона и Фурье отыскать закон тяготения по страстям, аналогичный ньютоновскому закону всемирного тяготения, о первых попытках родоначальника социологии О. Конта построить теорию общества как социальную механику.

Но при переходе к изучению больших систем развитый на базе классической механики категориальный аппарат становится неадекватным и требует серьезных корректив. *Большие* системы имеют целый ряд новых характеристических признаков. Они дифференцируются на относительно

автономные подсистемы, в которых происходит массовое, стохастическое взаимодействие элементов. *Целостность* системы предполагает наличие в ней особого блока управления, прямые и обратные связи между ним и подсистемами. Автоматические станки, заводы-автоматы, системы управления космическими кораблями, автоматические системы регуляции грузовых потоков с применением компьютерных программ и т.п. – все это примеры больших систем в технике.

Остановка 2

- 1) Какими синонимами можно заменить слово «целостность»?
- 2) Можно ли сказать, что, зная свойства саморегулирующейся системы, мы можем предсказать её поведение?

Категории части и целого применительно к *сложным саморегулирующимся* системам обретают новые характеристики. Целое уже не исчерпывается свойствами частей, возникает системное качество целого. Часть внутри целого и вне его обладает разными свойствами. Так, органы и отдельные клетки в многоклеточных организмах специализируются и в этом качестве существуют только в рамках целого. Будучи выделенными из организма, они разрушаются (погибают), что отличает сложные системы от простых механических систем, допустим, тех же механических часов, которые можно разобрать на части и из частей вновь собрать прежний работающий механизм.

Причинность в больших, саморегулирующихся системах уже не может быть сведена к лапласовскому детерминизму (в этом качестве он имеет лишь ограниченную сферу применимости) и дополняется идеями «вероятностной» и «целевой причинности». Первая характеризует поведение системы с учетом стохастического характера взаимодействий в подсистемах, вторая – действие программы саморегуляции как цели, обеспечивающей воспроизводство системы. Возникают новые смыслы в пространственно-временных описаниях больших, саморегулирующихся систем. В ряде ситуаций требуется наряду с представлениями о «внешнем» времени вводить понятие «внутреннего времени» (биологические часы и биологическое время, социальное время).

Исследования сложных саморегулирующихся систем особенно активизировались с возникновением кибернетики, теории информации и теории систем. Но многие особенности их категориального описания были выявлены предшествующим развитием биологии и, в определенной мере, квантовой физики.

Остановка 3

- 1) Как по-другому можно назвать устойчивость, саморегуляцию, способность противостоять воздействию извне?
- 2) Как вы думаете, в чем отличие саморегулирующихся систем от саморазвивающихся? Правомочно ли сказать, что любая саморазвивающаяся система – саморегулирующаяся, но не наоборот?

Сложные саморегулирующиеся системы можно рассматривать как устойчивые состояния еще более сложной целостности – *саморазвивающихся* систем. Этот тип системных объектов характеризуется *развитием*, в ходе которого происходит переход от одного типа саморегуляции к другому. Саморазвивающимся системам присуща иерархия уровневой организации элементов, способность порождать в процессе развития новые уровни (способность к *самоорганизации*). Причем каждый такой новый уровень оказывает обратное воздействие на ранее сложившиеся, перестраивает их, в результате чего система обретает новую целостность. С появлением новых уровней организации система дифференцируется, в ней формируются новые, относительно самостоятельные подсистемы. Вместе с тем перестраивается блок управления, возникают новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей.

Сложные саморазвивающиеся системы характеризуются *открытостью*, обменом веществом, энергией и информацией с внешней средой. В таких системах формируются особые информационные структуры, фиксирующие важные для целостности системы особенности ее взаимодействия со средой («опыт» предшествующих взаимодействий). Эти структуры выступают в функции программ поведения системы.

Освоение саморазвивающихся систем предполагает новое расширение смыслов категории «*причинность*». Она связывается с представлениями о превращении возможности в действительность. Целевая причинность, понятая как характеристика саморегуляции и воспроизводства системы, дополняется идеей *направленности развития*. Эту направленность не следует толковать как фатальную предопределенность. Случайные флуктуации в фазе перестройки системы (в *точках бифуркации*) формируют *аттракторы*, которые в качестве своего рода программ-целей ведут систему к некоторому новому состоянию и изменяют возможности (вероятности) возникновения других ее состояний» [2, с. 5-7].

Остановка 4

1) Всегда ли саморазвивающаяся система в процессе своего развития порождает более высокий уровень организации?

2) На ваш взгляд, благодаря каким двум универсальным принципам мы можем представить мир как сложную саморазвивающуюся систему?

«С точки зрения системного подхода Мироздание – это грандиозная *суперсистема*, состоящая из множества иерархических взаимосвязанных подсистем разной природы и разного уровня сложности (космические, физические, химические, геологические, биологические, психологические, технологические, экологические, социальные, научные, языковые, политические, экономические и т. д.), находящихся в разного рода отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность.

Несмотря на то, что выстроенная модель окружающего мира отражает его дискретность и иерархию, окружающий нас мир *непрерывен*, находится в постоянном *изменении* и *развитии*. Его можно представить как вселенский

процесс самоорганизации материи, как последовательную смену состояний, направленный поток изменений, в котором созидание (усложнение, поступательное развитие, устойчивость) и разрушение (деградация, неустойчивость) периодически повторяются и взаимодействуют друг с другом. Характер их взаимодействия определяется множеством случайных факторов. Благодаря этому, с одной стороны существует то великое *многообразие* окружающего мира, которое мы наблюдаем вокруг себя, проявляется его неповторимость и неоднозначность, а с другой – сохраняется родство всего сущего, наблюдается определенная *направленность процессов*. Мир представляется как открытая динамичная система, в которой «все взаимодействует со всем, все проявляется во всем», и самоорганизацией которой управляют фундаментальные законы природы» [1, с. 126].

Занятия 5-6. Саморегуляция сложных систем

Два последующих занятия проходят с использованием стратегии «Знаем – Хотим узнать – Узнали». У каждого студента есть своя личная таблица «З-Х-У», которую надо будет заполнять на протяжении обоих занятий (табл. 1).

Таблица 1. «Знаем – Хотим узнать – Узнали»

З – что мы знаем	Х – что мы хотим узнать	У – что мы узнали и что нам осталось узнать
Категории информации, которыми мы намерены пользоваться А. Б. В. Г. ...	Категории информации, с которыми мы можем познакомиться 1. 2. 3. 4. ...	

Занятие 5. Гомеостаз в живых системах

На стадии **вызова** преподаватель озвучивает тему занятия и немного раскрывает ее:

Для живых систем окружающая среда весьма переменчива: изменяются абиотические факторы среды, не всегда доступна пища, идет конкуренция за место обитания между особями одного вида и с другими видами и т.д. Но, несмотря на все время меняющиеся условия среды, живые организмы сохраняют постоянство своей внутренней среды, обеспечивая с помощью механизмов саморегуляции выживание, рост и размножение. О постоянстве внутренней среды как «условии независимого существования» впервые выдвинул идею физиолог К. Бернар во второй половине XIX века, а термин «гомеостаз» ввел физиолог У. Кеннон в 1932 году.

Вопросы для аудитории:

1. Что вам уже известно о гомеостазе и процессах саморегуляции в живых системах? Запишите идеи сначала индивидуально в свои таблицы, обсудите в рабочих группах, после чего озвученные группой варианты будут записаны на доску в столбце «Знаем».

2. Попробуйте выделить категории в списке получившейся информации. Какие категории можно выделить? (студенты записывают идеи в соответствующую графу, здесь могут быть выделены, например, категории «свойства систем», «уровни саморегуляции» и т.д.)

3. Предположите, с какими еще категориями информации вы можете встретиться, слушая лекцию? (студенты снова записывают идеи в соответствующую графу)

4. О чем бы вы хотели узнать в рамках данной тематики? Какие вопросы у вас возникают при чтении заголовка занятия? (студенты записывают вопросы в графу «Хотим узнать»)

Осмысление

На данной стадии преподаватель сначала читает небольшую лекцию (Приложение б) и демонстрирует видеоролик о процессах саморегуляции живых систем, в том числе раскрывая понятия гомеостаза и гомеокинеза. Студенты, слушая лекцию, записывают ответы на свои вопросы в рабочей таблице в графе «Узнали».

Далее преподаватель просит аудиторию разделиться на рабочие группы (по 5 человек) и даёт каждой группе задание разобраться в рамках одного уровня организации материи гомеостатический механизм согласно представленной в лекции схеме. Таким образом, по окончании выполнения задания группы должны на основе общей схемы продемонстрировать на любом примере работу механизма саморегуляции на каком-то одном из уровней: молекулярно-генетическом, физиологическом (клеточном), популяционно-видовом и экосистемном уровнях организации (чтобы не повторяться, преподаватель распределяет уровни между группами). Применение графических схем и любых других средств визуализации приветствуется, для этого раздаются листы ватмана и фломастеры. Если студенты не смогут привести примеры для какого-либо уровня, им помогает преподаватель.

Рефлексия

Идёт обсуждение новой информации, услышанной из лекции и в ходе презентации выполненного задания. Преподаватель просит соотнести информацию с вопросами в таблице «З-Х-У», которые были заданы до лекции. На все ли вопросы был получен ответ? Возможно дополнительное обсуждение вопросов, не раскрытых в ходе занятия, или преподаватель может посоветовать литературу, где студенты могли бы отыскать самостоятельно недостающую информацию.

Список использованной литературы

1. Концепции современного естествознания. Жизнь, человек, биосфера: учеб. пособ. / А.П. Анисимов, И.А. Кирсанова. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. 212 с.

Приложение 6

Саморегуляция – свойство систем сохранять внутреннюю стабильность на относительно постоянном уровне в результате реакций, компенсирующих влияние внешних воздействий. По-другому относительное внутреннее постоянство состава и свойств системы называют гомеостаз.

Саморегулирование свойственно как живым, так и неживым системам. Так, в физико-химических науках существует «закон равновесия», сформулированный А.Л. ЛеШателье, который гласит, что системы, находящиеся в определенном равновесии, обнаруживают тенденцию сохранять его, оказывают внутреннее противодействие силам, его изменяющим. По существу, этот закон отражает основные признаки саморегуляции. «Закон равновесия», как показывают многие наблюдения, вполне применим к биологическим, психическим и социальным системам.

Если говорить о биологических системах, то саморегуляция происходит на всех уровнях организации – от молекулярно-генетического до биосферного. Для поддержания гомеостаза во всех системах используются кибернетические принципы саморегулирующихся систем на основе прямых и обратных связей.

Впервые мысль о том, что постоянство внутренней среды необходимо для жизни, было высказано в 1857 г. французским физиологом К. Бернаром. В 1932 г. американский физиолог У. Кэннон ввёл термин «гомеостаз» для выделения структур, поддерживающих динамическое постоянство организма.

Гомеостатические механизмы обеспечивают независимость системы от внешней среды посредством регулятивного управления.

Система в широком смысле слова – это совокупность взаимодействующих элементов. Прямая связь между двумя элементами открытой системы означает передачу какого-либо сигнала в виде энергии, вещества или информации от первого элемента ко второму, а обратная – передачу ответного сигнала от второго элемента к первому. Согласно общей теории систем, любой информационный сигнал – прямой или обратный – изменяет состояние системы, которая принимает этот сигнал. Ответный сигнал может быть отрицательным или положительным, поэтому и обратная связь может быть или отрицательной, или положительной [1, с. 56].

Для поддержания гомеостаза система использует принцип отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь стимулирует изменения в регулируемой системе с противоположным знаком относительно начальных изменений, которые породили прямую связь. Первоначальные сдвиги параметров системы устраняются, и она приходит в исходное состояние. Циклическое сочетание прямых положительных и обратных отрицательных связей может быть, теоретически, бесконечно долгим, так как система колеблется около некоторого равновесного состояния (рис. 1).

Своими колебаниями гомеостатические механизмы активируют систему управления и возвращают некоторый параметр к оптимальной величине. При этом выход регулируется входом (обратная отрицательная связь). Для ее осуществления необходимо, чтобы результат сравнивался с заданным значением (целевым оптимумом) и в случае отклонения от него изменялся должным

образом. При нарушении равновесия детектор распознает отклонения и через должные изменения регулятора нарушение устраняется, система приходит в исходное состояние.



Рис. 1. Схема гомеостатического механизма

В биологических системах чаще встречаются обратные отрицательные связи.

Просмотр видеоролика о гомеостазе.

В то же время механизм гомеостаза, построенный на сочетании двух компонентов – прямой положительной и обратной отрицательной связями, вполне достаточный и надежный для простых систем, не отличается гибкостью реагирования. Например, простая нейрорефлекторная дуга состоит из двух элементов: чувствительного и двигательного нейронов, обеспечивающих прямую и обратную связи. Простой безусловный рефлекс в такой дуге работает надежно, но для организации сложного поведения он недостаточен [1, с. 57].

Кроме того, строго гомеостатическая система оказывается малоустойчивой и ненадежной при чрезмерно длительных или коротких, но резких нагрузках, что особенно актуально для выживания клеток, организмов и биоценозов в экстремальных условиях. Для их большей устойчивости нужна структура управления, состоящая как минимум из трех элементов. Действительно, в сложных живых системах бинарная (двойственная) гомеостатическая саморегуляция дополняется механизмами перестройки режима управления, на основе чего возникает приспособительная изменчивость. Это состояние перестройки системы для достижения нового уровня гомеостаза обозначается в физиологии как гомеокинез. В ходе реакций гомеокинеза создаются новые условия для функционирования системы на качественно новом уровне. Обеспечивает гомеокинетические процессы, в отличие от гомеостатических, принцип обратной положительной связи [1, с. 58].

Занятие 6. Регуляция и саморегуляция социального поведения

Вызов

Вначале преподаватель актуализирует информацию по прошлому занятию. По желанию кто-то из аудитории может кратко озвучить результаты работы по теме «Гомеостаз в живых системах».

Данное занятие будет посвящено механизмам регуляции и саморегуляции социального поведения человека. Проводится также на основе заполнения таблицы «Знаем – Хотим узнать – Узнали».

Преподаватель: Индивидуально заполните первый столбец «Знаем», опираясь на заголовок темы. Затем обсудите записанное в рабочих группах.

Ответы групп фиксируются на доске в графе «Знаем».

Попробуйте также выделить категории в списке получившейся информации. Какие категории можно выделить?

Студенты записывают идеи в соответствующую графу.

А с какими еще категориями информации вы можете встретиться, слушая лекцию? О чем бы вы хотели узнать в рамках данной тематики? Какие вопросы у вас возникают при чтении заголовка занятия?

Студенты записывают вопросы в графу «Хотим узнать»

Осмысление

Преподаватель читает лекцию на основе материалов [1, 2] (Приложение 7). Студенты, слушая лекцию, записывают ответы на свои вопросы в рабочей таблице в графе «Узнали».

Рефлексия

По завершении лекции студенты соотносят информацию с вопросами в таблице «З-Х-У», которые были заданы в начале занятия. Идёт обсуждение вопросов, не раскрытых в ходе лекции.

Вопросы и задания для последующего обсуждения:

1. Как мы можем одним словом назвать явление, определяющее строение общества, налаживание и регуляцию отношений между людьми? Что это за социальное образование, представляющее собой совокупность образцов взаимодействия людей со средой существования? (*Культура*)

2. Попробуйте применить рассмотренную на прошлом занятии схему гомеостатического механизма к социальной системе на примере любой ситуации, описывающей общественные отношения (человека и человека, человека и группы, человека и социальной среды и т.п.). Укажите, что будет являться детектором, регулятором и эффектором в вашем примере. Какой результат система даст на выходе? Будет ли осуществляться отрицательная обратная связь?

Студенты работают в группах, по завершении выполнения задания каждая группа представляет результат перед аудиторией.

3. Всегда ли культура устойчива, осуществляя свои саморегуляционные механизмы? Если нет, то до каких пор культура сохраняет свою устойчивость и в каких случаях начинает изменяться (развиваться)?

Список использованной литературы

1. Социальная психология. Учебное пособие / Отв. ред. А.Л. Журавлев. М.: ПЕР СЭ. 2002. 351с.

2. Аванесов Ю.М. Анализ современных тенденций саморегуляции культурных процессов. URL: http://www.earthburg.ru/earthadm/php/data/culturology/theme_1/avanesov.htm.
(Дата обращения: 10.10.2018 г.)

[1, с. 106]:

«Обобщенная характеристика социального поведения заключается в том, что это – система социально обусловленных языком и другими знаково-смысловыми образованиями действий, посредством которых личность или социальная группа участвует в общественных отношениях, взаимодействует с социальной средой. В социальное поведение включаются действия человека по отношению к обществу, другим людям и предметному миру. Эти действия регулируются общественными *нормами* нравственности и права.

Цель социального поведения личности состоит в конечном итоге в преобразовании окружающей действительности, осуществлении социальных изменений в обществе, социально-психологических феноменов в группе, личностных преобразований самого человека.

Результатом социального поведения являются, в широком смысле слова, формирование и развитие взаимодействий и взаимоотношений личности с другими людьми. В достижении этих результатов исключительная роль принадлежит общению.

Во всех формах социального поведения социально-психологический и личностный аспекты являются преобладающими. Поэтому есть основание считать главным субъектом социального поведения личность. При всем многообразии форм и видов социального поведения личности выделяется их общий признак - *нормативность*. В конечном итоге *все виды социального поведения являются разновидностями поведения нормативного*.

В обыденном значении понятие «*регуляция*» означает упорядочивание, налаживание чего-то в соответствии с правилами, установить порядок.

Поведение личности включается в широкую систему социальной регуляции.

В широком смысле слова *регуляторами поведения личности* являются «мир вещей», «мир людей», «мир идей».

По принадлежности к субъектам регуляции можно выделить общественные, социально-психологические и личностные факторы регуляции.

Кроме того, разделение может идти и по параметру объективного (внешнего) - субъективного (внутреннего).

Внешние факторы регуляции поведения

Личность включена в сложную систему общественных отношений. Для осуществления этих отношений существуют многообразные виды регуляторов.

Широкий класс внешних регуляторов занимают *все социальные явления* с определением «социальный», «общественный». Сюда относятся: общественное производство, общественные отношения, социальные движения, общественное мнение, социальные потребности, общественные интересы, общественные настроения и т.д.

В сфере духовной жизни общества регуляторами поведения личности выступают мораль, этика, менталитет, культура, архетип, идеал, ценности, образование, религия.

В сфере политики - власть, бюрократия, социальные движения. В сфере правовых отношений - право, закон.

Общечеловеческими регуляторами выступают: знак, язык, символ, традиции, ритуалы, обычаи, привычки, предрассудки, стереотипы, средства массовой информации, социальные ценности, быт, семья.

Более узкий объем внешних регуляторов составляют *социально-психологические явления*.

Прежде всего, такими регуляторами выступают: большие социальные группы; малые социальные группы, групповые явления.

К общим социально-психологическим феноменам, регулирующим социальное поведение, относятся: символы, традиции, предрассудки, мода, вкусы, слухи, реклама, стереотипы.

К личностным составляющим социально-психологических регуляторов относятся: социальный престиж, позиция, статус, авторитет, убеждение, установка.

Универсальной формой выражения социальных факторов, регулирующих поведение, являются *социальные нормы* (Бобнева, 1978).

Социальные нормы представляют собой руководящее начало, правило, образец, принятые в данной общности стандарты поведения, регламентирующие поведение людей.

Социальные нормы различаются по своему содержанию, по сферам действия, по форме санкционирования, по механизму распространения, по социально-психологическим механизмам действия. Например – правовые нормы, этические нормы, групповые нормы, этические нормы, моральные нормы, религиозные нормы.

Внутренние регуляторы поведения

Главным при изучении социального поведения является понимание того, что *личность – это не только субъект социального поведения, но и субъект регуляции этого поведения*.

Регулятивная функция психического в поведении и деятельности проявляется с разной степенью выраженности и интенсивности в разных блоках психических явлений.

Самые крупные блоки: психические процессы, психические состояния и психологические качества.

В составе *психических процессов* в качестве внутренних регуляторов выступают когнитивные процессы, через которые личность получает, хранит, преобразует, воспроизводит необходимую информацию.

В составе психических процессов регуляционные нагрузки несут такие явления, как внутренняя речь, инсайт, интуиция, суждения, умозаключения, решения задач.

Психические состояния - аффективные состояния, депрессия, настроения, навязчивые состояния, тревожность, фрустрация.

Психологические качества человека существуют в двух формах – личностные свойства и социально-психологические качества личности.

К собственно регуляционному блоку психических явлений относится мотивационно-потребностная и волевая сферы личности.

Диалектика внешней и внутренней регуляции поведения

В действительности между объективными (внешними) и субъективными (внутренними) регуляторами существует постоянная взаимосвязь.

Творцом преобладающего числа внешних регуляторов, включая и преобразованную окружающую действительность, является человек с его субъективным, внутренним миром.

Внешние регуляторы выступают как внешние причины социального поведения личности, а внутренние регуляторы выполняют функцию той призмы, через грани которой преломляется действие этих внешних детерминант. Усвоение человеком выработанных норм наиболее эффективно в том случае, когда эти нормы включаются в сложный внутренний мир личности как его органический компонент. Однако человек не только усваивает внешне заданные, но и вырабатывает личностные нормы.

В диалектике внешних и внутренних детерминант личность выступает в своем единстве как объект и субъект социальной регуляции поведения.

Механизмы социальной регуляции поведения личности

Регулирование поведения выступает как механизм организации взаимодействия и взаимоотношений людей во всех сферах жизнедеятельности. Социальное значение регулирования поведения заключается и в том, что результат регулирования может быть как положительным, общественно значимым, так и отрицательным, противоречащим установкам, традициям, нормам общества.

Многообразны механизмы социального регулирования поведения личности. Они делятся на институциональные и неинституциональные.

Содержанием действия механизмов регулирования является:

- 1) создание внешних регуляторов поведения (норм, правил, образцов, инструкций, кодексов);
- 2) регламентация поведения;
- 3) его оценивание;
- 4) определение санкций.

Каналами регулирования социального поведения личности являются: малые группы, совместная деятельность людей, общение, средства массовой информации.

Социально-психологические механизмы регуляции включают все средства воздействия – внушение, подражание подкрепление, пример, технологии рекламы, методы и средства социальной технологии и инженерии; социальное планирование и социальное прогнозирование; механизмы психологии управления.

Общим *итогом* действия механизмов социальной регуляции может быть

- манипулирование личностью,
- модификация поведения личности,
- социальный контроль.

Саморегуляция социального поведения личности

Высшим регулятором социального поведения является *сама личность* как совокупность всех психических процессов, свойств и состояний.

Познание себя и отношение к себе как объект и субъекту социального воздействия и социального поведения осуществляется в самосознании личности. В понимании самосознания как регулятора социального поведения необходимо различать разные виды общественно детерминированного сознания: гражданского, национального, общественного, профессионального, этнического.

Общественное знание и отношение личности к самой себе содержится в Я-образе, *Я-концепции*.

Самым действенным личностным феноменом саморегуляции поведения являются *нравственные категории стыда и совести*.

Чувство стыда отличается от совести тем, что имеет более выраженный внешний характер: человек оценивает сам себя в соответствии с критериями окружающих его людей. Чувство стыда - это один из самых сложных аппаратов, регулирующих поступки человека в общественной среде, механизмов саморегуляции социального поведения личности.

Саморегуляция поведения формируется в процессе жизнедеятельности личности, в постоянном взаимодействии и взаимоотношениях со средой, в процессе совместной деятельности и общении с другими людьми» [1, с. 120].

Таким образом, «специфика проявления саморегулирующихся процессов в организации социальной системы заключается в том, что в нее вовлечены люди со своими интересами, внутренними переживаниями, психо-эмоциональными состояниями, связанными с личностным миропониманием и мироощущением, а также с нравственной культурой самой личности. В любой организации существует «неписаный кодекс поведения», характеризующийся организационной культурой. Неподдающийся регламенту регулирования, «неписаный кодекс поведения» во взаимоотношениях между людьми проявляется через саморегуляцию. «Неписаный кодекс поведения» проявляется в любых социальных системах. Следовательно, и саморегуляция в отношениях между людьми действует на всех уровнях общественной системы как по вертикали, так и по горизонтали» [2].

Занятие 7. Самоорганизация и саморазвивающиеся системы

Стадия вызова начинается с актуализации полученной на прошлом занятии информации по теме «Гомеостаз в живых системах». Преподаватель просит студентов вспомнить основные моменты занятия и, используя заполненную таблицу «З-Х-У», в группах кратко дать общие сведения и рассказать о принципах механизма саморегуляции систем. Один-два человека по желанию могут дать обзор всего занятия перед аудиторией.

Преподаватель:

На прошлом занятии мы также вкратце упомянули и о механизме гомеокинеза, который обеспечивает перестройку системы для достижения нового уровня гомеостаза. Давайте вспомним, в чем принципиальное отличие механизма гомеокинеза от механизма гомеостаза?

Обсуждение вопроса может идти в парах или группах, затем ответы и предположения студентов фиксируются.

Далее преподаватель обращает внимание на тему занятия и задает вопросы:

1. Как вы понимаете термин «самоорганизация»?
2. Как вы думаете, в чем принципиальная разница между понятиями «саморегуляция» и «самоорганизация»?
3. Как вам кажется, в каких областях наук или сферах человеческой деятельности изучаемые системы могут рассматриваться как самоорганизующиеся?

После обсуждения в группах ответы студентов записываются на доску.

На стадии осмысления преподаватель раздает текст для чтения (Приложение 8). Студенты читают текст сначала индивидуально, работая по приему «ИНСЕРТ» (чтение с пометками) и обозначая позиции, которые:

- были ранее известны (+),
- стали неожиданными и интересными (V),
- противоречат личным представлениям (?),
- остались неясными, возникло желание узнать больше (!).

Стадия рефлексии проходит в два этапа. Сначала преподаватель разбивает аудиторию на 6 групп для работы по приему «Кубик». Каждая из групп получает задание и инструкцию для работы с одной из «граней кубика». После выполнения задания каждая группа представляет свой результат перед аудиторией, дополнения от других групп по той или иной «грани» приветствуются. Затем, на втором этапе, возвращаются к трём заданным на стадии вызова вопросам, идет обсуждение и уточнение ответов.

Приём «Кубик». Варианты заданий для групп [по 2]:

Инструкция по работе над 1-ой гранью кубика «АССОЦИАЦИИ»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит создать ассоциативный «портрет»/образ понятия «устойчивое развитие» на основе полученных знаний о процессах саморегуляции и самоорганизации.

Вы можете изобразить это в виде некоей цветовой гаммы или геометрических фигур; можете создать картину, которая возникает перед Вашим мысленным взором, когда Вы представляете это понятие; можете нарисовать портрет некоего человека, в котором, по вашему мнению, отражаются особенности понятия. Одним словом, Вы можете отразить свои **ассоциации**, как только Вам будет угодно.

После обсуждения в группе оформите «образ» на отдельном листе.

Инструкция по работе над 2-ой гранью кубика «ОПИШИ»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит описать механизмы саморегуляции и самоорганизации, выделяя основные категории.

Описание должно быть кратким и исчерпывающим. Вы можете использовать любой графический организатор или систему обозначений.

После обсуждения в группе оформите описание на отдельном листе.

Инструкция по работе над 3-ей гранью кубика «СРАВНИ»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит сравнить процессы саморегуляции и самоорганизации в живых системах.

Для этого, опираясь на совместно «прожитое» занятие, Вы выделите свои основания (положения) для сравнения.

Поскольку сравнение должно быть кратким и исчерпывающим, мы предлагаем Вам составить так называемую концептуальную таблицу:

	1	2	3	4	5	6
Саморегуляция						
Самоорганизация						

Где под 1, 2, 3, 4, 5, 6 понимаются те основания (положения), по которым Вы считаете целесообразным сравнить два понятия.

Что же нужно сделать?

Во-первых, выделить основания для сравнения;

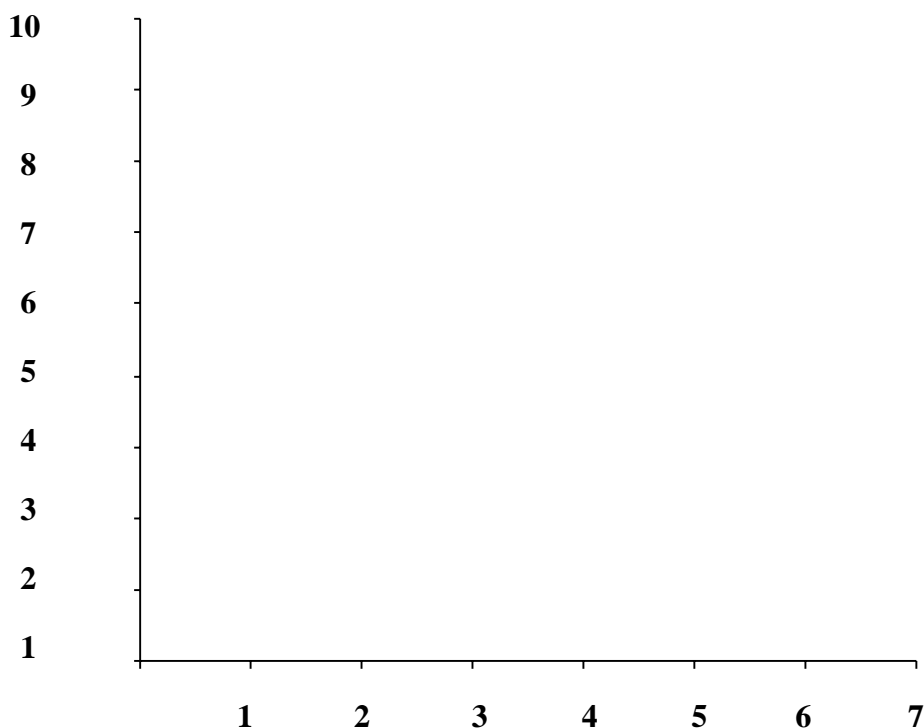
Во-вторых, вписать в соответствующие графы то, что характерно (относительно определенного основания) для каждого процесса.

После обсуждения в группе оформите таблицу на отдельном листе.

Инструкция по работе над 4-ой гранью кубика «ОЦЕНКА»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит оценить полученные знания по теме, опираясь на совместно «прожитое» занятие. Поскольку это нужно сделать быстро, кратко и исчерпывающе, мы предлагаем Вам расставить свои оценочные приоритеты относительно некоторых аспектов занятия на шкале от 1 до 10.



Где под 1, 2, 3 и т.д. (по горизонтали) понимаются те критерии (аспекты), по которым Вы считаете целесообразным оценить полученное знание (например, применимость полученных знаний и т.д.).

После обсуждения в группе оформите результаты на отдельном листе.

Инструкция по работе над 5-ой гранью кубика «ПРОАНАЛИЗИРУЙ»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит проанализировать полученные знания о механизмах саморегуляции и самоорганизации, опираясь на совместно «прожитое» занятие.

Поскольку Ваш анализ должен быть кратким и исчерпывающим, мы предлагаем заполнить табличку «ПМП».

Плюс	Минус	Проблема
(в чем польза полученных знаний по данной теме?)	(есть ли недостатки или нераскрытые вопросы по данной теме?)	(почему могут возникнуть проблемы при применении полученных знаний?)

После обсуждения в группе оформите таблицу на отдельном листе.

Инструкция по работе над 6-ой гранью кубика «ПРИМЕНИ»

Уважаемые участники группы!

Вам предстоит выделить те идеи, которые Вы хотели бы и могли бы взять для применения в своей деятельности, опираясь на совместно «прожитое» занятие.

Поскольку это необходимо сделать достаточно быстро, кратко и исчерпывающе, мы предлагаем Вам вести двойной дневник: фиксировать идеи в виде ключевых слов (или словосочетаний) в одной графе таблицы, а в другой графе давать краткое обоснование, почему это вам показалось интересным, или же делать любые другие заметки, касающиеся этой идеи.

Таким образом, у Вас должна получиться такая табличка:

Идеи (ключевые слова)	Пояснения

После обсуждения в группе оформите двойной дневник на отдельном листе.

Список использованной литературы

1. Анисимов А.П. Концепция современного естествознания. Биология. Владивосток. 2000 г. 100 с.
2. Грудзинская Е.Ю., Мариико В.В. Активные методы в высшей школе. Учебно-методические материалы. Нижний Новгород. 2007. 182 с.
3. Капустин В.С. Глобализация и социосинергетика / В.С. Капустин. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/Rags10.htm> (Дата обращения: 10.10.2018).

Приложение 8

[1, с. 71]: Рассматривая закономерности и механизмы *саморегуляции* живых систем, мы вынуждены затронуть и проблему *самоорганизации*. Несмотря на созвучность терминов и их кажущуюся однозначность, на самом деле они выражают альтернативные понятия. Мы показали на примере разного уровня систем, что саморегуляция означает поддержание стабильного состояния системы, ее гомеостаза на основе обратных отрицательных связей, тогда как самоорганизация - это необратимое изменение, развитие системы на основе обратных положительных связей.

Ключевым понятием в проблеме эволюции сегодня выступает понятие самоорганизации как основы любого процесса развития. В кругу этих проблем на стыке интересов физики, химии, биологии, а также социологии и философии во второй половине XX века возникла новая наука *синергетика* (от греч. *synergos* – совместно действующий) – наука о самоорганизации физических, биологических и социальных систем.

До недавнего времени проблема эволюции жизни оставалась чисто биологической, так как еще в XIX веке эволюция в неживых системах понималась физиками иначе, чем в биологии. Обращаясь с системами закрытого типа, теплофизика считала, что их самопроизвольное изменение, то есть эволюция, протекает путем дезорганизации и разрушения систем. При этом доля свободной энергии, способной к совершению работы, в системе убывает, а энтропия системы – деградированная, отработанная энергия - растет и стремится к максимальному значению. Этот закон был сформулирован как *второе начало термодинамики*. Однако оказалось, что *реальные системы в природе являются открытыми*. Это означает, что они обмениваются с внешней средой веществом, энергией и информацией. При поглощении внешней энергии в них возникают процессы самоорганизации, усложнения материи, но при этом происходит диссипация (рассеяние) использованной энергии, которая становится непригодной к производству работы. Можно сказать, что открытая развивающаяся система производит энтропию, но не накапливает ее, а рассеивает во внешнюю среду. Таким образом, интерес ученых сместился к изучению открытых диссипативных систем и принципов их взаимодействия с внешней средой, так как в этом взаимодействии и виделся ключ к пониманию универсальных законов эволюции.

Диссипативные системы - способные к поглощению и диссипации энергии и поддерживающие за этот счет свою собственную структуру и самоорганизацию - существуют на разных уровнях организации материи. Например, за счет солнечной энергии или энергии экзотермических химических реакций клетка строит из простых неорганических веществ сложные органические вещества, поддерживает свою целостность и развитие, тем самым противодействуя росту энтропии.

Оказалось, что *диссипативные процессы самоорганизации происходят и в неживой природе*. В 60-70-е годы XX века физиками открыты кооперативные резонансные процессы элементарных частиц в лазере, происходящие под действием внешнего света, а в химии открыты колебательные реакции, идущие

по принципу «химических часов». Причем движущей силой самоорганизующихся реакций, пружиной химических часов может выступать такая незаметная на первый взгляд сила, как гравитационное поле Земли. Колебательная химическая система была изучена отечественными учеными радиохимиком Б.П. Белоусовым и биофизиком А.М. Жаботинским. При свободном поступлении в такую систему химических субстратов и при наличии в ней катализаторов происходит реакция, продукты которой удаляются, освобождая место для поступления новой порции субстрата. Реакция идет по замкнутому циклу и в результате изменения концентрации реагирующих веществ сопровождается образованием характерных пространственных структур - в виде расходящихся колец на реакционной поверхности. Создается впечатление пульсирующей, «живущей» химической системы.

Теоретическое объяснение и математическую модель процессов самоорганизации диссипативных структур предложил бельгийский физико-химик И.Р. Пригожин, получивший в 1977 г. за эту работу Нобелевскую премию. Назовем **основные положения синергетики**, объясняющие механизм самоорганизующихся процессов. С некоторыми из них мы уже хорошо знакомы.

1. Самоорганизующаяся система должна быть *открытой* – доступной для обмена веществом, энергией и информацией с внешней средой.

2. Система должна быть *неравновесной*, то есть находиться достаточно далеко от точки термодинамического равновесия (точка дезорганизации с максимальной энтропией), так как вблизи этой точки наступает необратимое скатывание к равновесному состоянию.

3. *Образование нового порядка через флуктуации*. В системе всегда возникают флуктуации – случайные отклонения от среднего положения. По законам саморегуляции они устраняются, но при достаточной неравновесности системы за счет свободной энергии отклонения усиливаются, наступает момент *бифуркации* – переломная точка в развитии системы, за которой возможно устойчивое отклонение от прежнего состояния. Прежний порядок исчезает, возникает и закрепляется новый порядок элементов в системе.

4. Самоорганизация ведет к новому порядку согласно *принципу обратной положительной связи*, по которому отклонения в системе не устраняются, а напротив, закрепляются и усиливаются.

5. Самоорганизация ведет к *нарушению симметрии* – структура и свойства системы до и после точки бифуркации не симметричны, то есть различаются вследствие необратимости процессов развития.

6. Самоорганизация возможна при некотором *критическом количестве элементов в системе*, достаточном для возникновения их кооперативного поведения. Путь к новому качеству возможен через изменение количества.

Разумеется, здесь приведены лишь самые необходимые условия самоорганизации. В зависимости от уровня сложности развивающихся систем, могут появляться и другие, частные факторы, необходимые и достаточные для полноценной эволюции.

Устойчивость, неизменность биосистем, с одной стороны, и их постепенное изменение, развитие – с другой, представляют диалектическое единство противоположностей, что выражается понятием устойчивое развитие.

[3]: «...Ни культура, ни наука сегодня не в состоянии предложить и пока не предлагают удовлетворительного объяснения окружающего мира. На наших глазах окончательно разрушается привычный с детства контакт человека с миром.

...В связи с этим анализ состояния социокультурного знания, пути его дальнейшего развития, степень возможного воздействия на ход исторических процессов, на выработку концептуальных оснований для наук и на их способность выступать парадигмой определения стратегий социального развития стали сверхактуальными в наши дни.

...Все социокультурные процессы стали не просто более динамичными и взаимозависимыми, а характеризуются быстротой изменения обстановки и интенсивностью воздействия на среду. Инновационность становится модусом вивенди глобализации. Взаимозависимость проявляется в сложно опосредованных, часто неопределяемых и неожиданных формах. Резко возрос индекс агрегированности событий на единицу времени. Неустойчивость и усилившаяся частота разрушения порядков в современном мире превращаются в норму, а процессы в режиме с обострением становятся преобладающими, изменяя структуры и конфигурации социумов (турбулентность социальной жизни). Ускоренное появление новых событий не только формирует качественно новые ситуации, но и одновременно «перекрывает» возможности возврата в предшествующие состояния (необратимость исторического времени). Стохастичность (вероятностность, случайность) основных социокультурных процессов периодически всплескивается «эффектами кумуляции» (эффектами направленного взрыва), ломающими все прогнозы и предвидения. Жизнь становится непредсказуемой, а восприятие действительности – эмерджентным.

...Предлагаемые синергетикой базовые модели, язык, новые понятия и методы дают надежду выхода на необходимый уровень понимания особенностей и специфики развития современных социокультурных явлений и процессов. О том, что эволюционирующая природа самоорганизуется, не вызывало и не вызывает ни у кого сомнения. Другое дело, что механизмы самоорганизации как для косной, так и для живой материи были мало понятны. Условия, причины, разнообразие форм и результатов эволюционных процессов наука исследовала достаточно полно еще в XIX в., но «точка», в которой происходит переход от одного качества к другому, стала постигаться только в конце XX в., в рамках бифуркационной модели развития. Синергетика развернула эту точку в бесконечную дробность времени и пространства и обнажила механизмы возникновения нового качества.

Социосинергетика, пытаясь на базе общих принципов синергетики объяснить становление, развитие, возможные варианты и формы изменений в социальных средах, вынуждена использовать качественные модели и методы. Отношение ученого мира к качественным методам исследования как к

второстепенным, второсортным постепенно меняется. Выдающийся математик современности Д. Рюэль, отмечая успехи нелинейной физики, пишет: «До сих пор удалось приподнять лишь краешек завесы, и многие явления все еще остаются непонятными и необъяснимыми, хотя мы, по-видимому, уже вступили на путь, предсказанный в «Фейнмановских лекциях по физике»: «Следующая эра пробуждения человеческого интеллекта вполне может породить метод понимания качественного содержания уравнений. Сегодня мы не в состоянии увидеть, что уравнения гидродинамики содержат такие вещи, как вихревая структура турбулентности, наблюдаемая между вращающимися цилиндрами. Сегодня мы не знаем, содержит ли уравнение Шредингера лягушек, сочинителей музыки и мораль, или не содержит. Мы не можем сказать, есть ли необходимость в чем-нибудь, помимо уравнения Шредингера, вроде Бога, или такой необходимости нет. Пока каждый из нас может придерживаться как одной, так и другой точки зрения».

...Центральной проблемой социосинергетики является исследование конструктивной роли случая, переводящего неустойчивую, неравновесную систему в новое стабильное качество на основе процессов социальной самоорганизации и организации. В силу несовпадения основных начал социальная самоорганизация и социальная организация выполняют противоположные, но взаимосвязанные роли в процессе социокультурного развития. Феномены самоорганизации выступают для социумов источником креативности, появления нового качества, структурной «развязанности», провоцирования динамики развития системы. Результатами же организационной деятельности системы являются утверждение устойчивости, оптимизация и стабилизация жизнедеятельности системы.

...В мире самоорганизующихся процессов нет деления на простое-сложное. Только сейчас наука открывает «неупрощаемую сложность простоты», в самосборке участвуют одновременно все уровни фрактальности. Более того, нет слов, ибо слова принадлежат наблюдателю, а синергетика «работает» внутри процессов, потому нет деления и на субъект – объект. В самосборках нет и ключевых проблем. Все явления самосборок естественны: рассогласование, согласование, хаос, порядок и т.д. Выводы теории социальной самоорганизации гласят: глобализация естественна, закономерна, ее нужно признать, принять и приветствовать «щитом организационной готовности».

Занятия 8-9. От теории эволюции Дарвина к универсальному эволюционизму

Объём информации разбивается на два занятия (две смысловые части): «Теория эволюции Чарльза Дарвина» и «Принцип универсального эволюционизма».

К каждой части готовятся вопросы, которые помогают достижению основных целей занятия. Аудитория разбивается на пары. Ответы на вопросы коротко фиксируются на доске. При слушании лекции один из пары отмечает в лекции те моменты, которые обсуждались при ответах на вопросы, второй отмечает информацию, которая оказалась для аудитории новой. По ходу лекции каждый из пары заполняет таблицу:

Это нам уже знакомо	Об этом узнали впервые

По окончании лекции вся информация, которая зафиксирована в графе «Об этом узнали впервые» разбивается на три части:

- 1) новые факты;
- 2) новые обобщения;
- 3) новые смыслы.

Если не будет хватать учебного времени на данную работу по разбивке на части, можно предложить её для домашнего задания.

Занятие 8. Теория эволюции Чарльза Дарвина

В рамках занятия раскрываются основные идеи, обсуждавшиеся естествоиспытателями XVII-XIX веков и способствовавшие разработке эволюционного учения, а также объясняются основные эмпирические обобщения для обоснования принципа универсального эволюционизма.

На стадии **вызова** лекция предваряется следующими вопросами:

1. Что было известно об эволюции естествоиспытателям до работ Чарльза Дарвина?
2. В чем состоит основная заслуга Дарвина при объяснении эволюционного процесса?

Осмысление

Преподаватель читает лекцию (Приложение 9), студенты заполняют таблицу согласно инструкции.

Демонстрируется видео «Самые важные идеи об эволюции» (URL: https://www.youtube.com/watch?v=iX18_aHbsW4).

Рефлексия

Студенты в парах оформляют информацию на три блока согласно инструкции. Идёт обсуждение. Преподаватель задаёт вопрос:

Что из теории Дарвина можно рассматривать как свойственное не только живому, а всем уровням организации материи?

Список использованной литературы

1. Моисеев Н.Н. Восхождение к разуму: Лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. М.: ИздАт. 1993. 192 с.

2. Швец И.М., Краснодубская С.В. Активные формы обучения в преподавании курса «Концепции современного естествознания»: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород. 2010. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/current_science.pdf. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

3. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение (Дарвинизм): Учебник для биологических специальностей вузов. 4-ое изд. М.: Высшая школа. 1998. 336 с.

Приложение 9

[2, с. 84]: Прежде, чем разобраться с тем, что понимать под принципами универсального эволюционизма, рассмотрим основные позиции, характеризующие просто понятие «эволюции».

О существовании эволюции было известно и до Чарльза Дарвина. Идеи эволюции начинают пробивать себе дорогу уже в XVII веке после того, как достаточно накопилось фактического материала о многообразии отдельных представителей живого мира [1, цит. по 2].

1. Провозглашается принцип градации (Лейбниц).
2. Развивается представление о «лестнице существ».
3. Обосновывается гипотеза о развитии Земли (Бюффон).
4. Идеи эволюции заложены в трудах энциклопедиста Д. Дидро, который считал, что мелкие изменения всех существ и длительность существования Земли вполне могут объяснить возникновение разнообразия органического мира.
5. Французский ученый П. Мопертюи высказал гениальную догадку:
 - а) о корпускулярной природе наследственности;
 - б) об эволюционной роли уничтожения форм, не приспособленных к выживанию;
 - в) о значении изоляции в развитии новых форм.
6. Дед Чарльза Дарвина Эразм Дарвин утверждал (правда, в поэтической форме), что:
 - а) существует принцип происхождения единства всех живых существ;
 - б) что органический мир развивался миллионы лет.

Однако в целом можно сказать – несмотря на высказывавшиеся гениальные догадки о развитии живой природы, до конца XVIII века господствует в биологии мысль о целесообразности установленных в природе «порядков», определившихся мудростью Творца.

Высказывавшиеся элементы эволюционизма еще не складывались в эволюционное учение. Впервые такое учение было создано Ж.-Б. Ламарком. В его труде «Философия зоологии» дается:

- а) эволюционное обоснование «лестницы существ»;
- б) вводится принцип градации, поясняющий, что эволюция идет на основании внутреннего стремления организмов к прогрессу, а внешние причины лишь нарушают правильность градации;
- в) вводится также принцип изначальной целесообразности реакций любого организма на изменение внешней среды;
- г) признается возможность прямого приспособления.

По Ламарку:

- а) вслед за изменениями условий тотчас следует изменение привычек;
- б) посредством упражнения соответствующие органы изменяются в нужном направлении (первый закон);
- в) эти изменения передаются по наследству (второй закон).

Итак, непосредственно в первой половине XIX века (до создания Дарвином теории эволюции) существовало:

1) эволюционное учение Ламарка;

2) Ч. Лайелем были заложены основы исторической геологии и обоснован принцип актуализма (исторические изменения земной коры определяются действием тех же сил, которые исподволь, незаметно действуют и сегодня);

3) Р. Чемберсом обобщены в 2-х томной сводке доказательства эволюции;

4) К.Ф. Рулье развил концепцию о возникновении органического мира из неорганического, о постепенном естественном изменении организмов и формировании многообразия существ под влиянием изменения внешних условий («Основной закон жизни»), о наследственности и изменчивости как основных свойствах живых организмов;

5) А.Н. Бекетов в работе «Гармония в природе» (1858) приводит данные об изменении решений в различных условиях существования, в том числе и о борьбе за существование.

Непреходящая заслуга Чарльза Дарвина состоит в том, что он объяснил процесс развития и становления видов, вскрыв механизм эволюции. Именно это и превратило эволюционное учение в теорию эволюции [3, цит. по 2].

Теоретические обобщения Чарльза Дарвина

1. Вывод о существующем в природе стремлении к размножению каждого вида в геометрической прогрессии. Потенциально каждый вид способен произвести и производит гораздо больше особей, чем выживает их до взрослого состояния. Следовательно, остальные гибнут «в борьбе за существование».

2. Для животных и растительных организмов характерна всеобщая изменчивость признаков и свойств, ибо даже в потомстве одной пары родителей нет совершенно одинаковых особей. При средних благоприятных условиях эти различия могут не играть существенной роли, но в крайне неблагоприятных условиях каждое мельчайшее различие может стать решающим для выживания.

3. Из сопоставления фактов борьбы за существование и всеобщей изменчивости признаков и свойств, Дарвин пришел к заключению о неизбежности в природе избирательного уничтожения одних особей и размножения других – естественного отбора.

В процессе борьбы за существование ничтожные на первый взгляд различия дают определенные преимущества одним особям и приводят к гибели других. В результате отпала необходимость прибегать к сверхъестественным силам при объяснении явлений изменения и развития органического мира.

Таким образом, из теории эволюции Дарвина следуют основные позиции, определяющие всеобщее в развитии (рис. 2).

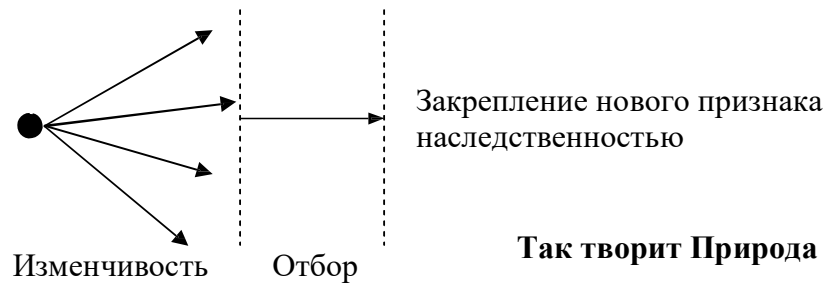


Рис. 2. Основные принципы теории эволюции по Чарльзу Дарвину: изменчивость, естественный отбор, наследственность

Занятие 9. Коэволюция общества и природы. Универсальный эволюционизм Н.Н. Моисеева

На стадии **вызова** преподаватель раздает портрет человека (Приложение 10).

Вопрос к аудитории:

Подумайте, что можно предположить об этом человеке?

- 1) В какое время он жил?
- 2) В какой стране он жил?
- 3) Какую профессию имел и чем мог быть знаменит?

Обсуждение идёт в группах, все предложенные варианты записываются на доску. Далее преподаватель называет имя – Никита Николаевич Моисеев. Идет анализ ранее высказанных предположений: что-то оказалось верно, а что-то нет. Когда имя названо, студентам предлагается вспомнить и записать всё, что связано с этим именем (приём «Мозговой штурм»), список формируется от группы. Все поступившие сведения записываются преподавателем на доску.

Далее преподаватель даёт список ключевых слов, предположительно имеющих отношение к представленной личности, и просит на основе этих ключевых слов индивидуально или в группах (по желанию) составить небольшой рассказ. Список ключевых слов:

- «ядерная зима»
- универсальный эволюционизм
- коэволюция
- концепция биосферы
- эволюция жизни
- ноосфера
- экологический императив
- глобальные проблемы

Получившиеся тексты выборочно зачитываются перед аудиторией, и затем преподаватель предлагает выяснить, что из получившихся рассказов оказалось верным, а что – нет.

На стадии **осмысления** преподаватель читает лекцию (Приложение 11). Объясняется взаимосвязь глобальных экологических кризисов с основными этапами антропогенеза, показывается, что творчество Природы (по созданию новых видов, т.е. по организации эволюционного процесса) и творческая деятельность Человека организованы по одному и тому же механизму.

Студенты, как и на прошлом занятии, заполняют таблицу согласно инструкции.

На стадии **рефлексии** используется приём «Тонкие и толстые вопросы», чтобы выяснить, насколько студентами усвоен материал. Преподаватель предлагает студентам ответить на вопросы, представленные в таблице:

Тонкий вопрос	Толстый вопрос
1. Кто являлся основоположником концепции универсального эволюционизма (УЭ)?	1. Объясните своими словами, как вы понимаете идею универсального эволюционизма?
2. Когда возникла концепция УЭ?	2. Согласны ли вы с утверждением, что понятие общие законы самоорганизации, по которым развивается Вселенная, – главная задача науки?
3. Каковы основные постулаты концепции УЭ?	3. Как вы считаете, какие основные трудности встают сегодня на пути согласованного развития природы, человека и общества, т.е. их коэволюции?

Обсуждение вопросов идёт в группах, затем каждая группа представляет свои ответы перед аудиторией. Ответы на вопросы можно использовать, чтобы разбить новую информацию на части:

- 1) новые факты;
- 2) новые обобщения;
- 3) новые смыслы.

Идёт общее обсуждение, дополнительные разъяснения материала, ответы на дополнительные вопросы.

Список использованной литературы

1. Моисеев Н.Н. Восхождение к разуму: Лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. М.: ИздАт. 1993. 192 с.
2. Моисеев Н.Н. Универсум. Информация. Общество. М.: Устойчивый мир. 2001. 200 с.
3. Симонов П.В. Мотивированный мозг: высшая нервная деятельность и естественнонаучные основы общей психологии. М.: Наука. 1987. 269 с.
4. Степанов С.А. Универсальный эволюционизм академика Н.Н. Моисеева для формирования у студентов современной картины мира / Совершенствование преподавания в современном вузе: теория, практика, анализ и оценка: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 1-2 ноября 2012 г., Минск / под ред. В.В. Самохвала. Минск: Изд. центр БГУ. 2012. URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/26771>. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)
5. Швец И.М., Краснодубская С.В. Активные формы обучения в преподавании курса «Концепции современного естествознания»: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород. 2010. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/current_science.pdf. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

Никита Николаевич Моисеев



Приложение 11

Из [4]: «...Н.Н. Моисеев по природному складу инженерного, математического ума и естествоиспытателя очень чутко относился к инновациям в гуманитарных науках. Так, в 1994 г. вышла его работа «Современный антропогенез и цивилизационные разломы (эколого-политологический анализ)» как результат, длительных дискуссий в московских академических кругах. Завершающим его жизнь трудом стала книга «Универсум. Информация. Общество» (2001), в которой академик изложил основы универсального эволюционизма и увязал их с ожидаемыми перспективами и альтернативами грядущего, предостерег от утопии, которая может стать основой реальности. Но Н.Н. Моисеев не просто заимствовал некоторые гипотезы, определения, мысли некоторых ученых, он их развивал применительно к новой исторической обстановке, доказывал, спорил, в чем-то не соглашался. Как ни странно, эти идеи, мысли других исследователей, ложились на подготовленную почву мыслительной лаборатории самого автора.

Универсальный эволюционизм Н.Н. Моисеева – это его «картина мира», точнее схема раскрытия мирового эволюционного процесса, которая постепенно сложилась в теоретических размышлениях ученого. К убеждению о том, что схема универсального эволюционизма дает новый взгляд на историю антропогенеза Н.Н. Моисеев пришел постепенно, что нашло отражение в ряде его работ.

Основным же трудом Н.Н. Моисеева, в котором академик изложил систему взглядов на универсальный эволюционизм как инструмент видения единой картины мира, является «Восхождение к Разуму». Некоторые положения этой работы дополнены в последней книге его жизни «Универсум. Информация. Общество» (2001). Четверть работы отводится основам универсального эволюционизма, в т.ч. исходные постулаты и представления о «первопонятиях», простейшая «Картина мира», универсум и жизнь, система «геосфера+жизнь» и др. В основу Универсального Эволюционизма Н.Н. Моисеева легли дарвиновская эволюция жизни, развития ее форм, механизмы, порождающие это развитие (изменчивость, наследственность, отбор) и концепция биосферы В.И. Вернадского, включающая представления и закономерности глубокой взаимосвязи всех процессов, протекающих на Земле (геологических, химических, биологических), а также учение о ноосфере, то есть о сфере разума...».

Из [5, с. 90]: В основе схемы универсального эволюционизма лежит некоторое количество эмпирических обобщений [1, цит. по 5].

1. Вселенная представляет собой единую саморазвивающуюся систему.

• Существенен хотя бы тот факт, что все элементы связаны между собой хотя бы силами гравитации (единство).

2. Во всех процессах, имеющих место во Вселенной, неизбежно присутствуют случайные факторы, влияющие на их развитие, и все эти процессы протекают в условиях некоторого уровня неопределенности.

- Случайность и неопределенность – факторы не эквивалентные, но их действие имеет последствия, в равной степени непредсказуемые исследователем. И поэтому они находятся вне нашего контроля. Они лежат в основе всей микрофизики, мутагенеза и т.д., всех этажей организации и материи.

3. Во Вселенной властвует наследственность, настоящее и будущее зависит от прошлого.

- Не определяется прошлым, а зависит от него.

4. В мире властвуют законы, являющиеся принципами отбора.

- В мире косного вещества характерное время изменения принципов отбора лежит за пределами нашего возможного наблюдения, и поэтому мы имеем право считать законы физики неизменными.

5. Принципы отбора допускают существование бифуркационных – возмущенных (в смысле Пуанкаре) состояний (рис. 3), т.е. состояний, из которых даже в отсутствие стохастических факторов, возможен переход материального объекта в целое множество новых состояний.

- В бифуркационном состоянии дальнейшая эволюция оказывается принципиально непредсказуемой, поскольку новое русло эволюционного развития будет определяться, прежде всего, теми неконтролируемыми случайными факторами, которые будут действовать в момент (период) перехода.

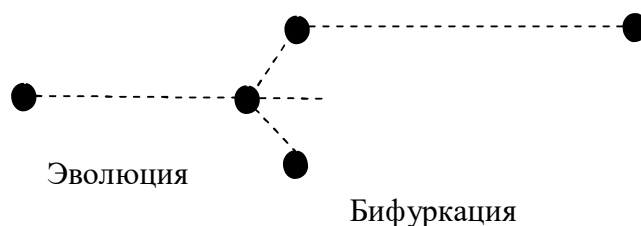


Рис. 3. Точки бифуркации в процессе эволюции

Последствия:

1) Необратимость эволюции.

2) Вероятность повторения в эволюционном развитии Вселенной какого-либо из прошлых состояний = 0.

3) Отсюда → необратимость времени.

4) Стохастика и бифуркация приводят в процессе эволюции к непрерывному росту разнообразия и сложности организационных форм материального мира.

Кажется, что Природа все время даёт возможность проявиться новым и новым формам организации материи, потенциально ею заготовленным, ей органически присущим, т.е. согласным ее фундаментальным законам. И все это происходит как следствие заложенных в ней возможностей, но детали самого процесса развития принципиально непредсказуемы.

Казалось бы, возникает противоречие: из 2 закона термодинамики о росте энтропии следует вывод об увеличении хаоса в любой замкнутой системе, но

ведь и увеличение разнообразия, – в пределе хаос, ведёт к тому же. Следовательно, Суперсистему «Вселенная», по-видимому, нельзя считать замкнутой.

Итак: общий эволюционный процесс как процесс самоорганизации, несмотря на его стихийность, обладает определённой направленностью. Непрерывно растёт разнообразие форм организации, т.е. бытия материи и характера их взаимодействия, растёт и сложность структур – другими словами, тот объём информации, с помощью которого они могли быть описаны.

Если наложить принцип универсального эволюционизма на теорию эволюции Дарвина, то точку изменчивости можно считать точкой бифуркации. В ходе мутагенеза, обеспечивающем изменчивость, нельзя предсказать, какой признак окажется востребованным. Востребованность обеспечивает отбор. Он отбирает те признаки, которые определяют принадлежность данного объекта как элемента в систему более высокого иерархического порядка.

Среди непрерывно происходящих бифуркаций в эволюции планетарного вещества две из них имеют для нас особое значение. Это *возникновение жизни*, т.е. живого вещества и *разума*.

Несмотря на то, что по раздельности все признаки жизни существуют и в неживой материи (воспроизводимость и рост кристаллов, обмен веществом и энергией, дискретность, отражение как реакция на факторы внешней среды), но все вместе, характеризуя живое вещество, признаки жизни являются эмерджентным (системным) свойством новой системы, которое также отобралось отбором в бифуркационной точке, как и все остальные. Поэтому не стоит искать причинно-следственные логические цепочки, объясняющие происхождение жизни.

В ходе естественной истории развития живого вещества можно выделить самые крупные бифуркации (или ароморфозы, говоря эволюционным языком): переход от прокариотов к эукариотам, возникновение многоклеточности, которые резко усилили биоразнообразие, а также – возникновение разума.

Мышление как природное явление мы должны рассматривать подобно феномену жизни в качестве некоторого системного свойства. Его особенности также невыводимы из свойств отдельных нейронов и отдельных связей между ними. Появление мышления можно трактовать как результат действия «алгоритмов сборки», рождающей новые свойства *мозга как единой системы*.

Разум человека можно интерпретировать также как новый способ адаптации вида *Homo sapiens* к условиям обитания.

Далее, следуя логике бифуркаций, обеспечивающих самоорганизацию, имеет смысл говорить об удивительном феномене мирового процесса самоорганизации – формировании *коллективного Разума* [2, цит. по 5].

И разум отдельного человека, и Коллективный Разум являются системными свойствами живого вещества:

- 1) разум человека – системное свойство совокупности нейронов его мозга;
- 2) Коллективный Разум – системное свойство совокупности индивидов, обладающих разумом и возможностью обмена информацией.

Необходимо отметить, что по мере эволюционного развития материи все значимее становится проявление такого её свойства, как информация, наряду с другими, такими как масса и энергия.

И при появлении разума человека обмен информацией, общение становятся одним из основных системных свойств и превращает индивидуумов в новую (более организованную) систему.

Нетрудно убедиться в том, что Коллективный Разум уже с самого начала антропогенеза стал развиваться значительно быстрее, чем разум отдельного человека [2, цит. по 5]. Преимущество в выживании получал уже не отдельный человек, а племя, которое могло хранить, передавать и использовать знания о выживании.

С появлением кроманьонца, когда морфологическое развитие человека практически прекратилось, развитие разума отдельного человека, его потенциальных возможностей также существенно замедлилось, а, может быть, и вовсе прекратилось. Но развитие Коллективного Разума продолжает происходить со все возрастающей скоростью, причём тем быстрее, чем эффективнее развиваются связи между людьми и в организации информационных потоков. Совершенствование Коллективного Разума начинает приобретать лавинообразный характер по мере развития новых средств связи. Нарастающее ускорение НТП с помощью компьютеров и Интернета тому подтверждение.

В ходе антропогенеза, становления Коллективного Разума было, по меньшей мере, две бифуркации, оказавшие особое влияние на развитие рода человеческого (и всего живого вещества).

Первая началась в глубине палеолита и тянулась много десятков, а, может, и сотни лет истории верхнего палеолита. Эту бифуркацию или революцию еще называют мезолитической. Она перевела эволюцию человека на новые рельсы – в совершенствование общественной организации племен.

Развитие и усложнение техники обработки камня и кости, новые знания, овладение огнем – все это постепенно сделалось для первобытных орд основой поддерживаемого равновесия с окружающей средой. Однако реализация возникших потенциальных возможностей требовала совершенно нового уровня коллективной памяти. Для передачи накопленных сведений и мастерства следующим поколениям уже не доставало тех средств обучения и формирования коллективного поведения и, особенно, коллективной памяти, которые были свойственны, например, стадным животным. У стада тоже есть коллективная память, основанная на обучении подражанием или по принципу «сделай, как я». Но с помощью такого механизма обучения можно сохранить лишь очень ограниченный набор сведений.

Зарождающееся общество нуждалось в значительно большем – в сохранении умельцев и знатоков, способных сохранять и передавать знания другим поколениям. Эти умельцы могли не обладать многими физическими бойцовскими качествами и должны были бы отбрасываться механизмами естественного отбора и внутривидовой борьбой. Но вместе с ними погибли бы и приобретенные опыт и знания. Вот почему на этом этапе антропогенеза начала

возникать система различных табу, которая регулировала межличностные отношения в племени и способствовала бы сохранению и передаче накопленного опыта.

Табу «Не убий» вошло в разных формах в жизненные нормы всех племен и народов. Оно привело к затуханию внутривидовой борьбы и перевело эволюцию на путь совершенствования общественной организации племен.

Вторая кардинальная перестройка процесса развития рода человеческого произошло уже в начале неолита.

Появление лука, копий, дальнейшее усовершенствование технологии обработки камня, методов коллективной охоты, привело к уничтожению стад мамонтов и крупных копытных, которые составляли основу питательного рациона кроманьонских предков. И потребности растущего человека уже перестали соответствовать ресурсным возможностям его экологической ниши. Так возник первый глобальный экологический кризис.

Люди сумели выйти победителями из этого кризиса, изобретя сначала земледелие и затем скотоводство. Экологическая ниша человечества качественно расширилась.

Итак, выход из обоих кризисов:

1) не одномоментен;

2) непредсказуем (первый раз → нравственные запреты + наскальные рисунки;

второй → основа для появления излишек и частной собственности + письменность).

3) за счет творческой энергии людей (надо было что-то придумать принципиально новое, чего еще просто не было).

Последствия данной революции были чрезвычайно принципиальны для развития человечества. Мало того, что дальше стала складываться история человечества, обусловленная развитием форм собственности. Чрезвычайно важным было то, что с появлением земледелия и скотоводства Человек начинает все более и более активно перестраивать биосферу под свои нужды. Не столько себя под биосферу, что является типичным для всего живого мира и предшествующей эволюции Человека, а трансформировать биосферу, ибо для этого у него появились новые возможности.

И это была целенаправленная сознательная деятельность, сначала она сводилась к созданию агроценозов и селекции животных; затем к использованию возобновляемых источников энергии; к организации НТР.

И сейчас мы на пороге новой бифуркации, а может быть, уже в ней, последствия которой не предсказуемы, но которая происходит:

а) за счет творческой энергии человечества;

б) ведет к увеличению его разнообразия (за счет социальных и культурных форм).

Интересно, что творчество Человека в целом происходит по тому же механизму, что и творчество Природы (табл. 2).

Творчество Природы – это создание Нового в ходе эволюции. Принципиально важны: изменчивость → отбор → наследственность. В творческой деятельности Человека отмечают те же компоненты [3, цит. по 5].

Таблица 2. Механизмы творчества Природы и Человека

<i>В Природе</i>	<i>У Человека</i>
Эволюционирующая популяция	Опыт субъекта, который включает присвоенный им опыт современников, равно как и опыт предшествующих поколений.
Непредсказуемая изменчивость эволюционного материала	Деятельность сверхсознания (интуиция), т.е. такие трансформации и рекомбинации следов (энграмм) ранее полученных впечатлений, чье соответствие или несоответствие реальной действительности устанавливается лишь позднее.
Отбор	Деятельность сознания, подвергающего гипотезы (своеобразные «психические мутации и рекомендации») сначала логическому отбору, а затем экспериментально-производственной и общественно-практической проверке.
Фиксация нового в наследственности	Закрепление результатов отбора в индивидуальной памяти субъекта и в культурном наследовании сменяющихся поколений.

В этой связи интересно проследить эволюцию механизмов памяти, что может являться подтверждением универсальности принципа эволюционизма.

Точки бифуркации в эволюционном процессе живого вещества и Коллективного разума совпадают с новыми возможностями организации новых устройств памяти для сохранения информации.



Рис. 4. Эволюция механизмов памяти

Таким образом, универсальность принципа эволюционизма проявляется:

- 1) в том, что он работает на разных уровнях организации реальности. (Мы рассмотрели в качестве примера уровни живого вещества: организменный, органический, надорганизменный: Человечество как Коллективный Разум);
- 2) рассмотрены все основные характеристики реальности: масса (вещество), энергия и информация;
- 3) в онтологическом и гносеологическом проявлении:
 - а) в трудах Дарвина наличие совмещение причинно-следственной и вероятностной логики;
 - б) в принципе универсального эволюционизма Н.Н. Моисеева в это совмещение вливается еще и системная логика: новое свойство после бифуркации вписывает данную систему в более высокоорганизованную (самоорганизация).

Занятие 10. Биология и этика: эволюционный аспект

Вызов

В начале занятия преподаватель задаёт аудитории вопрос:

Как вы считаете, возможны ли этические отношения между живыми существами? Приведите примеры.

Ответы аудитории фиксируются на доске.

Осмысление

На данной стадии работа строится с помощью приёма «Зигзаг». Студенты объединяются в «домашние» группы по 5 человек, рассчитываются по порядку от 1 до 5 и затем объединяются в группы с одинаковым номером, то есть в «экспертные» группы. «Экспертам» раздаётся одинаковый текст (Приложение) о примерах альтруистичного и эгоистичного поведения в животном мире. Студенты читают текст, обсуждают в группе содержание. Затем студенты возвращаются обратно в «домашние» группы, где каждый «эксперт» рассказывает о прочитанном, идёт групповое обсуждение.

Рефлексия

На данной стадии преподаватель задаёт аудитории следующие вопросы для обсуждения:

1. Имеются ли у этики человека эволюционные корни среди живых существ?
2. На ваш взгляд, возможно ли сегодня распространить этические отношения на другие живые объекты? Если да, то каким образом?

Домашнее задание

Напишите эссе (1-2 страницы) на основе анализа статьи:

Фрумкин К.Г. Основные тенденции эволюции морали // Эволюция: срез, правила, прогнозы. – Волгоград: Учитель, 2016. – С. 122-137.

Список использованной литературы

1. Вааль де Ф. Истоки морали: В поисках человеческого у приматов / Франс де Вааль; Пер. с англ. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 376 с.
2. Марков А.В. Эволюционные корни этики: от бактерий до человека // Историческая психология и социология истории. 2010. №2. С. 152-184.

А.В. Марков. Эволюционные корни этики: от бактерий до человека // Историческая психология и социология истории. 2010. №2. С. 152-184.

I

Альтруисты и обманщики среди бактерий

Экспериментальное изучение эволюции бактерий («эволюция в пробирке») – одно из перспективных направлений современной микробиологии. Интересные результаты были получены на бактерии *Pseudomonas fluorescens*, которая при необходимом минимуме условий способна быстро эволюционировать на глазах у исследователей, осваивая новые ниши и вырабатывая оригинальные адаптации.

В жидкой питательной среде бактерии развиваются сначала как одиночные подвижные клетки и постепенно занимают всю толщу бульона. Когда в среде становится мало кислорода, получают преимущество бактерии-мутанты, образующие пленку на поверхности среды. Эти мутанты выделяют вещества, способствующие склеиванию клеток. Если одиночные клетки плавают в толще бульона, то склеившиеся всплывают на поверхность, где кислорода гораздо больше. Производство клея – дело дорогостоящее, однако общая награда (кислород) с лихвой покрывает расходы. Впрочем, от возникновения колоний бактерий-мутантов на поверхности среды еще далеко до настоящей социальности, тем более до настоящей многоклеточности. Такие колонии недолговечны из-за своей полной незащитности перед микробами-«обманщиками» (cheaters), которые начинают на них паразитировать. Проблема в том, что естественный отбор в такой колонии по-прежнему действует на индивидуальном, а не на групповом уровне. Поэтому он благоприятствует клеткам-обманщикам, т. е. обратным мутантам, которые перестают производить клей, но продолжают пользоваться преимуществами жизни в группе. В этой системе нет механизмов, которые препятствовали бы такому паразитизму. Безнаказанность способствует быстрому размножению обманщиков, что приводит к разрушению колонии. Дальнейшая эволюция альтруизма и кооперации в такой системе оказывается невозможна из-за обилия обманщиков (Raineу 2007).

Этот пример наглядно показывает, в чем состоит главное препятствие на пути эволюции кооперации и альтруизма. По-видимому, это общее правило: зарождающаяся кооперация создает благоприятные условия для размножения нахлебников и паразитов, которые во многих случаях лишают кооперацию всякого смысла. В результате система может разрушиться и произойдет возврат к изолированному существованию особей.

Чтобы социальная система смогла развиваться дальше самых первых шагов, ей необходимо выработать механизм борьбы с обманщиками. Такие механизмы иногда действительно вырабатываются. Нередко это приводит к эволюционной «гонке вооружений»: обманщики совершенствуют способы обмана, а кооператоры совершенствуют способы выявления обманщиков, борьбы с ними или пытаются не допустить самого появления обманщиков.

Рассмотрим еще один пример, связанный с бактерией *Muxococcus xanthus*. Для этих микробов характерно сложное коллективное поведение. Иногда они собираются в большие скопления и устраивают коллективную «охоту» на других микробов. «Охотники» выделяют токсины, убивающие «добычу», а затем всасывают органические вещества, высвободившиеся при распаде погибших клеток.

При недостатке пищи миксококки образуют плодовые тела, в которых часть бактерий превращается в споры. В виде спор они могут пережить голодные времена. Плодовое тело формируется из множества индивидуальных бактериальных клеток. Создание такой сложной многоклеточной структуры требует слаженных действий миллионов отдельных бактерий, из которых лишь часть получает прямую выгоду, а остальные жертвуют собой ради общего блага. Дело в том, что лишь некоторые из участников коллективного действия могут превратиться в споры и передать свои гены следующим поколениям. Остальные выступают в роли «стройматериала», обреченного умереть, не оставив потомства.

Как известно, альтруизм создает благоприятную среду для эгоистов – обманщиков. Среди миксококков обманщики тоже есть: это генетические линии (штаммы), не способные к образованию собственных плодовых тел, но умеющие пристраиваться к чужим плодовым телам и образовывать там свои споры. С одним из таких штаммов, о котором известно, что он произошел от «нормальных» (т. е. альтруистических) предков в результате 14 мутаций, были проведены интересные эксперименты. Смешанную культуру альтруистов и обманщиков выращивали попеременно то в голодной, то в богатой питательными веществами среде. Во время голодовок выжить могли только те бактерии, которым удалось превратиться в споры. Смешанная культура постепенно деградировала, потому что с каждым экспериментальным циклом доля паразитов неуклонно росла, и в конце концов альтруистов осталось слишком мало, чтобы обеспечить себя и других плодовыми телами.

В этом опыте альтруисты так и не сумели выработать защиту от обманщиков. Случилось другое: у самих обманщиков произошла мутация, в результате которой бактерии восстановили утраченную способность к самостоятельному образованию плодовых тел и одновременно получили дополнительное преимущество(!). Эти мутантные бактерии оказались защищены от нахлебников, т. е. от своих прямых предков – бактерий-обманщиков. Таким образом, одна-единственная мутация превратила обманщиков в альтруистов, защищенных от обмана. Мутация произошла в одном из генов-регуляторов, влияющих на поведение бактерий. Конкретный молекулярный механизм данного эффекта пока не выяснен (Fiegna et al. 2006).

II

Альтруисты и обманщики среди социальных животных

У эусоциальных перепончатокрылых (муравьев, пчел, ос, шмелей) большинство самок отказываются от собственного размножения, чтобы помогать матери выращивать других дочерей. По-видимому, важным фактором, способствующим развитию эусоциальности именно в этом отряде, является

гаплодиплоидный механизм наследования пола. У перепончатокрылых самки имеют двойной набор хромосом и развиваются из оплодотворенных яиц. Самцы гаплоидны (имеют одинарный набор хромосом) и развиваются из неоплодотворенных яиц. Из-за этого складывается парадоксальная ситуация: сестры оказываются более близкими родственницами, чем мать и дочь. У большинства животных степень родства между сестрами и между матерями и дочерьми одинакова (50 % общих генов). У перепончатокрылых родные сестры имеют 75 % общих генов, потому что каждая сестра получает от отца не случайно выбранную половину его хромосом, а весь геном полностью. Мать и дочь у перепончатокрылых имеют, как и у других животных, лишь 50 % общих генов. Поэтому для эффективной передачи своих генов следующим поколениям самкам перепончатокрылых, при прочих равных, выгоднее выращивать сестер, чем дочерей (Hughes et al. 2008). <...>

Рабочие особи перепончатокрылых обычно не размножаются, посвящая себя заботам о потомстве царицы. Развитие альтруизма у перепончатокрылых связывают с родственным отбором (см. выше). Однако у многих видов перепончатокрылых рабочие особи физиологически вполне способны к размножению, и иногда они действительно проявляют «эгоизм», откладывая собственные неоплодотворенные яйца. Напомним, что у перепончатокрылых из неоплодотворенных яиц развиваются самцы. Из-за особенностей наследования пола для самок перепончатокрылых наиболее выгодной стратегией является выращивание чужих дочерей (своих сестер) и собственных сыновей. Именно так и пытаются себя вести рабочие осы многих видов. Однако эти «несанкционированные» яйца, отложенные рабочими особями, часто уничтожаются другими рабочими, которые таким образом выполняют функцию своеобразной «полиции нравов».

Недавно германские энтомологи попытались проверить, какой из двух факторов важнее для поддержания альтруизма в обществе насекомых: добровольное следование принципу «разумного эгоизма», т. е. родственный отбор в чистом виде (1), или «полицейский надзор» (2) (Wenseleers, Ratnieks 2006). Для этого были обработаны данные по 10 видам общественных перепончатокрылых. Оказалось, что чем строже «полиция нравов», тем реже рабочие совершают акты эгоизма, откладывая собственные яйца. Проверили также влияние степени родства между рабочими в гнезде на альтруистическое поведение. Степень родства между ними в действительности часто бывает ниже идеальных 75 %, поскольку царица может спариваться с несколькими разными самцами. Выяснилось, что чем ниже степень родства между сестрами-рабочими, тем сильнее «полицейский надзор», и тем реже рабочие ведут себя эгоистически. Это соответствует второй гипотезе (о ведущей роли полицейских мер). При низкой степени родства между рабочими им становится выгоднее уничтожать яйца других рабочих. Низкая степень родства также делает более выгодным «эгоистическое» поведение, но, как видно из полученных результатов, эффективный «полицейский надзор» явно перевешивает эгоистические устремления рабочих особей (Wenseleers, Ratnieks 2006).

Особенности наследования пола у перепончатокрылых сыграли важную роль в становлении альтруистического поведения и социальности, однако у многих современных видов альтруизм поддерживается в основном не косвенной «генетической выгодой», получаемой рабочими от такого поведения, а жестким «полицейским контролем». По-видимому, кооперативная система, созданная родственным отбором, даже в таких «идеальных» условиях, которые наблюдаются в семьях перепончатокрылых, все равно будет разрушена обманщиками, если не сумеет выработать дополнительные средства борьбы с эгоизмом.

III

Генетические основы альтруизма у человека

Исследования последних лет показали, что моральные качества людей в значительной мере определяются генами, а не только воспитанием. Имеющиеся методы позволяют оценивать только верхушку айсберга – те наследственные черты, по которым у современных людей сохранилась изменчивость и которые еще не зафиксировались в нашем генофонде. Многие из аллелей, обеспечивавших рост альтруизма у наших предков, давно зафиксировались, т. е. достигли стопроцентной частоты. Они есть у всех людей, и поэтому такие методы, как близнецовый и сравнительно-генетический анализ, уже не могут их выявить.

Ясно, что способность к альтруистическому поведению в основе своей заложена в наших генах, ведь кооперация была необходима нашим предкам задолго до того, как они овладели речью и тем самым создали «питательную среду» для распространения и эволюции мемов. Любой здоровый человек при соответствующем воспитании способен научиться вести себя более или менее «кооперативно» и «альтруистично». Значит, некий генетический базис альтруизма есть у всех (соответствующие гены прочно зафиксировались в человеческой популяции). Однако до недавнего времени было очень мало экспериментальных данных, на основании которых можно судить о том, в какой фазе находится эволюция альтруизма в современном человечестве: закончился ли уже «генетический» этап, так что сегодня актуальными являются только социально-культурные аспекты этой эволюции, или эволюция альтруизма продолжается и на уровне генов.

В поисках ответа на этот вопрос используется, в частности, близнецовый анализ. При помощи специальных тестов определяют степень альтруизма (или, например, таких качеств, как доверчивость и благодарность) у множества пар однойяйцевых и разнаяйцевых близнецов, а потом сравнивают сходство результатов у разных пар. Если однойяйцевые близнецы больше похожи друг на друга по данному признаку, чем разнаяйцевые, это веский довод в пользу его генетической природы.

Такие исследования показали, что склонность к добрым поступкам, доверчивости и благодарности имеет в значительной мере генетическую природу. Наблюдаемые у людей различия по степени доверчивости и благодарности как минимум на 10–20 % заданы генетически (Cesarini et al. 2008).

Это очень серьезный вывод, имеющий далеко идущие последствия. Он означает, что биологическая эволюция альтруизма в человечестве еще не закончена. В популяции сохранился полиморфизм по генам, определяющим большую или меньшую склонность к кооперативному поведению и взаимному доверию. По-видимому, в разных природных, социальных и экономических условиях естественный отбор благоприятствует то доверчивым кооператорам, то недоверчивым эгоистам, и переменчивость этих условий способствует сохранению разнообразия. Есть и другой вариант объяснения, основанный не на переменчивости условий, а на частотно-зависимом «балансирующем» отборе. Чем больше кругом доверчивых альтруистов, тем выгоднее паразитировать на чужой доброте; но если паразитов много, их стратегия оказывается уже не столь выгодной, да и общество начинает воспринимать их как реальную угрозу и вырабатывает меры для обуздания эгоизма.

Выявляются и конкретные гены, влияющие на личность человека, в том числе на его моральные качества (Зорина и др. 2002). В последние годы активно изучается действие нейропептидов окситоцина и вазопрессина на социальное поведение животных и людей. В частности, оказалось, что у людей периназальное введение окситоцина повышает доверчивость и щедрость (Donaldson, Young 2008). Вместе с тем близнецовый анализ показывает, что эти черты характера являются отчасти наследственными. Это позволило предположить, что те или иные аллели генов, связанных с окситоцином и вазопрессином, могут влиять на склонность людей к альтруистическому поведению. Недавно удалось обнаружить связь между некоторыми аллельными вариантами гена окситоцинового рецептора (OXTR) и склонностью людей проявлять бескорыстный альтруизм. Окситоциновый рецептор – белок, вырабатываемый некоторыми клетками мозга и отвечающий за их восприимчивость к окситоцину. Аналогичные свойства обнаружены также и у гена вазопрессинового рецептора (AVPR1a). В регуляторных областях этих генов имеются так называемые однонуклеотидные полиморфизмы. Это нуклеотиды, которые могут быть разными у разных людей (большинство нуклеотидов в каждом гене одинаковы у всех людей). Оказалось, что некоторые из аллелей этих генов обеспечивают меньшую, а другие – бóльшую склонность к альтруизму (Israel et al. 2009). Подобные факты говорят о том, что альтруизм у людей даже сегодня еще может развиваться под действием биологических механизмов, а не только социально-культурных факторов.

IV

Альтруизм, парохиализм и стремление к равенству

У животных альтруизм в большинстве случаев либо направлен на родственников (что объясняется теорией родственного отбора), либо основан на принципе «ты мне – я тебе». Это явление называется «реципрокным, или взаимным, альтруизмом» (Trivers 1971). Оно встречается у животных, достаточно разумных, чтобы выбирать надежных партнеров, следить за их репутацией и наказывать обманщиков, потому что системы, основанные на взаимном альтруизме, крайне уязвимы и вообще не могут существовать без эффективных средств борьбы с обманщиками.

По-настоящему бескорыстная забота о неродственниках в природе встречается редко (Warneken, Tomasello 2006). Возможно, человек – чуть ли не единственный вид животных, у которого такое поведение получило заметное развитие. Впрочем, и люди гораздо охотнее помогают «своим», чем «чужим», хотя понятие «свой» для нас не всегда совпадает с понятием «родственник».

Недавно была предложена интересная теория, согласно которой альтруизм у людей развился под влиянием частых межгрупповых конфликтов (Choi, Bowles 2007). Согласно этой теории, альтруизм у наших предков был направлен в основном на членов «своей» группы. При помощи математических моделей было показано, что альтруизм мог развиваться только в комплексе с парохиализмом (враждебностью к чужакам)(!). В условиях постоянных войн с соседями сочетание внутригруппового альтруизма с парохиализмом обеспечивает наибольшие шансы на успешное размножение индивидуума. Следовательно, такие, казалось бы, противоположные свойства человека, как доброта и воинственность, возможно, развивались в едином комплексе. Ни та ни другая из этих черт по отдельности не приносили бы пользы своим обладателям.

Для проверки этой теории нужны факты, которые можно получить, в частности, при помощи психологических экспериментов. Как ни странно, мы до сих пор очень мало знаем о том, как происходит становление альтруизма и парохиализма в ходе развития детей. Недавно пробел начал восполняться благодаря специальным экспериментальным исследованиям (Fehr et al. 2008).

Выяснилось, что большинство трех- и четырехлетних детей ведут себя как абсолютные эгоисты. Принимая решения, маленький ребенок обращает внимание только на свою собственную выгоду, судьба других детей ему совершенно безразлична. В возрасте 5-6 лет ситуация начинает меняться, а в 7-8 лет уже четко выражена готовность помочь ближнему (например, поделить конфетой). Однако, как показали специальные тесты, это основано не столько на бескорыстном желании помочь, сколько на стремлении к равенству и справедливости: дети склонны отвергать нечестные, неравные варианты раздела конфет как в свою, так и в чужую пользу (Fehr et al. 2008).

Среди детей есть около 5 % добряков, беззаветных альтруистов, которые всегда заботятся о других, и доля таких детей не меняется с возрастом. Есть «вредины», которые пытаются все отобрать у других и никому ничего не дают. Их число снижается с возрастом. И есть «любители справедливости», которые стараются все поделить поровну, доля таких детей стремительно растет с возрастом.

Эти результаты заставляют задуматься. Какую роль играют в нашем обществе 5 % добряков? Не они ли дают нам моральные ориентиры, не на них ли держится мир? А если так, почему их всего 5 %? Может быть, потому, что излишнее размножение беззаветных альтруистов создает слишком благоприятную среду для эгоистов, которые будут паразитировать на чужой доброте. С этих позиций становится понятной и ключевая роль «любителей справедливости»: они сдерживают развитие социального паразитизма.

Разумеется, эти свойства детской психики зависят не только от генов, но и от воспитания, т. е. являются продуктом как биологической, так и культурной

эволюции. Но это не делает полученные результаты менее интересными. В конце концов, законы и движущие силы биологической и культурной эволюции во многом сходны, а сами процессы могут плавно перетекать друг в друга (Гринин и др. 2008). Например, новый поведенческий признак может поначалу передаваться из поколения в поколение посредством обучения и подражания, а затем постепенно закрепиться и в генах. Данное явление известно как «эффект Болдуина» и не имеет ничего общего с ламарковским наследованием приобретенных признаков (Dennett 2003).

Вааль де Ф. Истоки морали: В поисках человеческого у приматов / Франс де Вааль; Пер. с англ. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 376 с.

V

<...> Я в двух словах рассказал о последних полученных данных, касающихся альтруизма у животных. К примеру, приматы добровольно открывают дверь, обеспечивающую собратам доступ к пище, хотя сами лишаются при этом части запасов. Обезьяны капуцины готовы добиваться благ для других; в этом несложно убедиться, если посадить двух обезьян рядом и устроить с одной из них обмен разноцветными фишками. Фишки одного цвета приносят вознаграждение только обезьяне – участнице «торгов», фишки другого цвета – обеим обезьянам. Очень скоро обезьяны начинают выказывать явное предпочтение «общественным» фишкам, дарующим поощрение обеим. И причина такого поведения – не страх, поскольку именно доминантные обезьяны (которым опасаться нечего), как правило, проявляют наибольшую щедрость.

Добрые поступки совершаются и спонтанно, без участия экспериментаторов. Так, старая самка Пеони живет вместе с другими шимпанзе в открытом вольере полевой станции Центра по изучению приматов имени Йеркса. Бывают дни, когда особенно беспокоит артрит, Пеони трудно ходить и взбираться на высоту, тогда другие самки всегда готовы помочь ей. Пыхтя и отдуваясь, старушка медленно взбирается на помост, где на сеанс груминга уже собралось несколько обезьян. При этом какая-нибудь самка помоложе (не родственница) терпеливо лезет вслед за ней, с силой подталкивая ее руками под объемистый зад передними конечностями вверх, пока Пеони наконец не присоединится к остальным.

Нам случалось также наблюдать, как Пеони с трудом поднимается и медленно ковыляет к крану с водой, расположенному довольно далеко. Иногда более молодые самки обгоняют ее, набирают в рот воду, а затем возвращаются и поят старушку. Поначалу мы не догадывались о том, что происходит; мы видели лишь, что другая самка приближает свой рот ко рту Пеони. Однако через какое-то время все стало ясно: Пеони с готовностью открывала рот пошире, а более молодая самка переливала ей прямо туда струю воды.

Подобные наблюдения дополняют фактами научную область, которая занимается изучением эмпатии у животных. В сферу ее интересов входят не только приматы, но и собаки, слоны и даже грызуны. Типичный пример такой эмпатии – то, как шимпанзе утешают расстроенных товарок объятиями и

поцелуями; это настолько предсказуемо, что нам удалось документально зафиксировать буквально тысячи таких случаев. Млекопитающие вообще чувствительны к эмоциям друг друга и всегда реагируют на тех сородичей, кто нуждается в поддержке. Именно поэтому человек так часто приводит в свой дом пушистых плотоядных, а не, скажем, игуан или черепах; млекопитающие могут предложить хозяину то, что не в состоянии дать ни одна рептилия. Они дарят привязанность и нуждаются в ответных чувствах, они отзываются на наше настроение так же, как мы отзываемся на их эмоции.

<...>

Для шимпанзе помощь сородичам, не связанным с ними кровным родством, достаточно обычное дело. В качестве примера можно привести Уошо – первого в мире шимпанзе, обученного американскому языку жестов. Услышав однажды крик едва знакомой ему самки и увидев, как она упала в воду, Уошо преодолел две электрические изгороди, добрался до нее и вытащил на безопасное место. Другой случай произошел в Фонголи (Сенегал) с дикой самкой по имени Тиа, у которой браконьеры унесли маленького детеныша. К счастью, ученые сумели отнять малыша и решили вернуть его в группу. Джилл Пруэтц описывает, как подросток Майк, не состоящий с Тиа в родстве и слишком молодой, чтобы быть отцом малыша, взял младенца с того места, где его оставили исследователи, и отнес прямо к матери. Очевидно, он знал, чей это малыш, и к тому же заметил, вероятно, как трудно Тиа двигаться после того, как ее порвали собаки браконьеров. В течение двух дней Майк носил малыша во время всех групповых переходов, а Тиа потихоньку хромала следом.

Среди приматов встречаются даже самые «затратные вложения» – усыновления не родных по крови детей. Причем делают это не только самки, от которых, в принципе, можно было бы ожидать подобных поступков. В недавно опубликованном докладе Кристофа Боша из Кот д'Ивуара перечислены по крайней мере 10 случаев за 30 лет, когда самцы шимпанзе, живущие в дикой природе, усыновляли подростков, потерявших своих матерей. В 2012 г. компания Disneynature выпустила научно-популярный фильм «Шимпанзе», в котором Фредди, альфа-самец группы, берет под свое крыло подростка Оскара. Фильм основан на реальных событиях из жизни приматов. Когда мать Оскара внезапно умерла, съемочная группа фильма случайно оказалась в нужном месте в нужное время и продолжила съемки, хотя перспективы маленького Оскара казались более чем сомнительными. Фредди действовал так же, как действуют в подобных ситуациях другие самцы-усыновители: он делился с малышом пищей, позволял тому спать в своем ночном гнезде, защищал от опасностей и старательно искал, когда тот терялся. Некоторые самцы заботятся о приемных детях больше года, а один самец делал это больше пяти лет (шимпанзе достигают зрелости не раньше 12-летнего возраста). Если не считать грудного вскармливания, эти приемные отцы брали на себя все те обязанности, которые выполняют матери по отношению к своим детям, и резко увеличивали тем самым шансы сирот на выживание. Судя по результатам ДНК-анализа, приемные отцы не всегда связаны с воспитанниками кровным родством. Оскару повезло.

Занятие 11. Симметрия и асимметрия как всеобщее свойство природы

Вызов

Аудитория разбивается на пары. Преподаватель просит заполнить таблицу (приём «Мозговой штурм»), указав синонимы и ассоциации относительно понятий симметрии и асимметрии, в том числе с точки зрения системного подхода.

Симметрия	Асимметрия

Записанные слова и словосочетания станут ключевыми, и далее парам предлагается записать несколько фраз-предложений с получившимися ключевыми словами. По желанию студенты могут озвучить фразы. Затем студентам даётся задание придумать несколько вопросов с ключевыми словами. Преподаватель фиксирует вопросы на доске и опирается на них при чтении лекции.

Осмысление

На стадии осмысления преподаватель читает лекцию, содержание которой раскрывает в общих чертах универсальные свойства симметрии и асимметрии в природе (Приложение 13). По ходу чтения студенты конспектируют содержание и записывают ответы на вопросы.

Рефлексия

На данной стадии студенты сначала в парах обсуждают полученную в ходе лекции информацию по вопросам, идёт доработка ответов на основе обсуждения. Выявляются вопросы, ответы на которые не прозвучали в лекции.

Затем преподаватель просит студентов индивидуально составить диамант о симметрии или асимметрии. По желанию студенты озвучивают перед аудиторией получившийся диамант.

Алгоритм написания диаманта (URL: http://www.wiki.vladimir.i-edu.ru/index.php?title=О_синквейне,_даймонде,_диаманте,_хайку_и_итрихах):

Два существительных (первая и последняя строки) выражают два противоположных понятия.

Вторая строка – два прилагательных или причастия, раскрывающих признаки первого существительного.

Следующая строка – три глагола или деепричастия, которые выражают действие.

Центральная четвертая строка состоит из четырех слов, причем два из них характеризуют первое существительное, а два – контрастное ему понятие, завершающее диамант.

Остальные строки являются зеркальным отражением третьей и второй строк, только эти характеристики уже раскрывают существительное в последней строке.

Список использованной литературы

1. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов / Под ред. Л.А. Михайлова. СПб.: Питер. 2012. 336 с.

2. Сидоренко С.В., Францева Ю.Е., Швец И.М. Использование активных методов обучения в курсе «Концепции современного естествознания»: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2014. 223 с.

I

Симметрия как инвариантность

[1, с. 191, цит. по 2]: Симметрия в широком смысле – это инвариантность (неизменность) объектов или их свойств относительно того или иного преобразования.

Симметрия и асимметрия являются объективными свойствами природы, одними из фундаментальных в современном естествознании. Симметрия и асимметрия имеют универсальный, общий характер как свойство материального мира.

Симметрия (от греч. *Symmetria* – соразмерность, порядок, гармония) является всеобщим свойством природы. Представление о симметрии у человека складывалось тысячелетиями. Термин «симметрия» фигурирует в представлениях человека как элемент чего-то «правильного», прекрасного и совершенного. В своих раздумьях над картиной мироздания человек определял симметрию как магическое качество природы, ее целесообразность, совершенство и старался отразить эти свойства в музыке, поэзии, архитектуре. В определенной мере симметрия выражает степень упорядоченности системы. В связи с этим имеется тесная корреляционная связь энтропии как меры неупорядоченности с симметрией: чем выше степень организованности вещества, тем выше симметрия и ниже энтропия.

Степень симметрии природных систем отражается в симметрии математических уравнений, законов, отображающих их состояние, в неизменности каких-либо их свойств по отношению к преобразованиям симметрии.

Симметрия – это понятие, отражающее существующий в природе порядок, пропорциональность и соразмерность между элементами какой-либо системы или объекта природы, упорядоченность, равновесие системы, устойчивость, то есть некий элемент гармонии.

Асимметрия – понятие, противоположное симметрии, отражающее разупорядочение системы, нарушение равновесия, что связано с изменением и развитием системы.

Из определений симметрии и асимметрии следует, что развивающаяся динамическая система должна быть обязательно несимметричной и неравновесной.

Современное естествознание представлено целой иерархией симметрий, которая отражает свойства иерархии уровней организации материи. Выделяют различные формы симметрий: калибровочные, пространственно-временные, перестановочные, изотопические, зеркальные и т.д. Все эти виды симметрий подразделяются на внешние и внутренние.

Внутреннюю симметрию невозможно наблюдать, она скрыта в математических уравнениях и законах, выражающих состояние исследуемой системы. Пример тому – уравнение Максвелла, описывающее взаимосвязь электрических и магнитных явлений, или теория гравитации Эйнштейна, связывающая свойства пространства, времени и тяготения.

Внешняя симметрия (пространственная или геометрическая) представлена в природе большим многообразием. Это симметрия кристаллов, молекул, живых организмов.

Для чего нужна симметрия живому и как она возникла?

Живые организмы формировали свою симметрию в процессе эволюции. Зародившиеся в водах океана, первые живые организмы имели правильную сферическую форму. Внедрение организмов в другие среды заставляло их адаптироваться к новым специфическим условиям. Один из способов такой адаптации – симметрия на уровне физической формы. Симметричное расположение частей органов тела обеспечивает живым организмам равновесие при движении и функционировании, жизнестойкость и адаптацию. Довольно симметричны внешние формы крупных животных, человека. Растительный мир организмов также наделен симметрией, что связано с борьбой за свет, физической устойчивостью к полеганию (закон всемирного тяготения). Например, конусообразная крона ели имеет строго вертикальную ось симметрии – вертикальный ствол, утолщенный книзу для устойчивости. Отдельные ветви симметрично расположены по отношению к стволу, а форма конуса способствует рациональному использованию кроной светового потока солнечной энергии, увеличивает устойчивость. Таким образом, благодаря притяжению и законам естественного отбора ель выглядит эстетически красиво и «построена» рационально. Внешняя симметрия насекомых и животных помогает им держать равновесие при движении, извлекать максимум энергии из окружающей среды и рационально ее использовать.

В физических и химических системах симметрия приобретает еще более глубокий смысл. Так, наиболее устойчивы молекулы, обладающие высокой симметрией (инертные газы). Симметрия молекул определяет характер молекулярных спектров. Высокая симметрия характерна для кристаллов. Кристаллы – это симметричные тела, их структура определяется периодическим повторением в трех измерениях элементарного атомного мотива.

Асимметрия также широко распространена в мире.

Внутреннее расположение отдельных органов в живых организмах часто асимметрично. Например, сердце расположено слева у человека, печень – справа и т.д. Луи Пастер, французский микробиолог и иммунолог, выделил левые и правые кристаллы винной кислоты. Молекула ДНК асимметрична – ее спираль всегда закручена вправо. Все аминокислоты и белки, входящие в состав живых организмов, способны отклонять поляризованный луч света влево.

В отличие от молекул неживой природы, где левые и правые молекулы встречаются часто, то есть носят в основном симметричный характер, молекулы органических веществ характеризуются ярко выраженной асимметрией. Придавая большое значение асимметрии живого, В.И. Вернадский предполагал, что именно здесь проходит тонкая граница между химией живого и неживого. Л. Пастер также, основываясь на этих признаках, провел границу между живым и неживым. Следует также отметить, что живые организмы (растения) в процессе жизнедеятельности поглощают из окружающей среды (почвы) в значительной степени химические соединения минеральной пищи, молекулы

которой симметричны и в своем организме превращают их в асимметричные органические вещества: крахмал, белки, глюкозу и т.д. Симметрия молекул пищевых веществ живого организма согласуется с симметрией молекул самого организма. В противном случае пища будет несовместимой (ядовитой).

Структура компонентов клетки также асимметрична, что имеет большое значение для ее обмена веществ, энергетической обеспеченности, а также способствует более высокой скорости протекания биохимических реакций.

Симметрия и асимметрия – это две полярные характеристики объективного мира. Фактически в природе нет чистой (абсолютной) симметрии или асимметрии. Эти категории – противоположности, которые всегда находятся в единстве и борьбе. Там, где ослабевает симметрия, возрастает асимметрия, и наоборот. На разных уровнях развития материи ей свойственна то симметрия, то асимметрия. Однако эти две тенденции едины, а их борьба носит абсолютный характер. Эти категории тесно связаны с понятиями *устойчивости и неустойчивости систем, порядка и беспорядка, организации и дезорганизации*, отражающими свойства систем и динамику развития, а также взаимосвязь между динамическими и статическими законами.

Полагая, что равновесие есть состояние покоя и симметрии, а асимметрия приводит к движению и неравновесному состоянию, можно считать, что понятие равновесия играет в биологии не менее важную роль, чем в физике. Принцип устойчивости термодинамического равновесия живых систем характеризует специфику биологической формы движения материи. Именно устойчивое динамическое равновесие (асимметрия) является ключевым принципом постановки и решения проблемы происхождения жизни.

Случайные отклонения параметров системы от равновесия (флуктуации) играют очень важную роль в функционировании и существовании системы. Один из двух типов случайностей имеет направленный, созидательный и эволюционный характер, а второй создает неопределенность и играет деструктивную роль, отсекая все то лишнее и ненужное, что не укладывается в рамки фундаментальных законов и принципов бытия. Вследствие такого совместного действия возникает неустойчивость в системе, которая может служить толчком к возникновению из беспорядка (хаоса) определенных новых структур. Последние при благоприятных условиях переходят во все более устойчивые и упорядоченные аттракторы (от лат. *attraction* – притяжение). В дальнейшем их самопроизвольное (спонтанное) образование идет за счет внутренней перестройки самой системы и согласованного кооперативного взаимодействия всех ее частей и элементов в соответствии с требованиями окружающей среды. Самоупорядочивание системы всегда связано со снижением энтропии в ней. Случайность и дезорганизация на атомно-молекулярном уровне здесь выступают в качестве созидательной силы, которая упорядочивает состояние системы уже на макроуровне и объединяет ее элементы в единое целое. Это явление получило название самоорганизации.

Нарушение симметрии тесно связано с процессами эволюции, развития, возникновения упорядоченных структур.

На самых первых стадиях развития зародыш любого животного представляет собой совокупность совершенно одинаковых клеток, возникших в результате деления исходной яйцеклетки, и обладает практически симметрией шара. Однако затем в процессе морфогенеза происходит ряд последовательных нарушений симметрии: возникают различия между спинной и брюшной сторонами, головной и хвостовой частями... Высшие животные обладают более низкой симметрией строения и функций своего организма, чем древние примитивные организмы.

Земля, как и все планеты, в начале своего существования была бесструктурным сгустком вещества. Свойства вещества в центре сгустка и на его периферии отличались довольно слабо. В результате геологической эволюции Земля приобрела выраженное слоистое строение: земное ядро по составу и свойствам кардинально отличается от земной коры – это очевидное нарушение симметрии.

По современным космологическим представлениям вещество в молодой Вселенной было распределено однородно. Однородность означает симметрию относительно пространственных перемещений: в какую бы точку пространства мы ни перенеслись, плотность и состав вещества в ее окрестностях будут одни и те же. В современной же Вселенной видимое вещество сосредоточено главным образом в звездах; звезды собраны в галактики – огромные звездные острова, состоящие из десятков и сотен миллиардов звезд. Галактики разделены космической пустотой; в межгалактическом пространстве звезд нет [2, с. 179].

II

[2, с. 180]: Со времен античности важнейшей эстетической категорией становится понятие гармонии. Оно прилагается ко множеству самых разнообразных явлений: к строению космоса, к общественному устройству, к отношениям чисел, к музыке, человеческой душе, ко всевозможным произведениям рук человеческих. Говоря кратко, гармония считалась универсальным принципом мироздания и бытия; в самом общем виде она означала принцип высшего порядка и организованности, противостоящий принципу хаоса как изначальной неорганизованности и неупорядоченности.

Красота и гармония стали важнейшими категориями познания, в определенной степени даже его целью, ибо в конечном итоге художник ищет истину в красоте, а ученый - красоту в истине.

Красота скульптуры, красота храма, красота картины, симфонии, поэмы... Что между ними общего? Разве можно сравнивать красоту храма с красотой ноктюрна? Оказывается, можно, если будут найдены единые критерии прекрасного, если будут открыты общие формулы красоты, объединяющие понятие прекрасного самых различных объектов – от цветка ромашки до красоты обнаженного человеческого тела?

Понятие гармонии невозможно определить в нескольких словах. Более или менее полно раскрывается оно в системе категорий, составляющих это понятие.

1. Прежде всего, гармония – это связанность, согласованность элементов системы друг с другом. Гармония - это связующее начало, объединение элементов системы в нечто целое.

2. Вторая важнейшая особенность гармонии – единство противоположностей. В гармоничной системе диалектически соединяются и взаимодействуют два противоположных начала. В греческой мифологии Гармония – это прекрасная дочь богини любви Афродиты и бога войны Ареса. Тем самым в ней совмещаются, казалось бы, несовместимые начала - любовь и вражда. Учение о единстве противоположностей было фундаментальным в философии Пифагора и его школы, Гераклита и всех диалектиков.

Все предметы, явления окружающего нас мира имеют свою положительную и отрицательную сторону, свое прошлое и свое будущее, то, что отживает и отмирает, и то, что растет и развивается. Борьба этих противоположных тенденций, заключающаяся в самих предметах, явлениях объективного мира, составляет источник, движущую силу их развития. Под противоречием нужно понимать такое взаимоотношение между противоположными сторонами предмета, когда они одновременно взаимно предполагают, обуславливают и вместе с тем отрицают, исключают друг друга; в рамках целого одна сторона противоречия не может существовать без другой, и в то же время в силу их противоположного характера они отрицают друг друга. Вот эта взаимная зависимость и взаимное отрицание есть главная черта внутреннего противоречия. Это можно видеть на любом примере противоположных явлений и понятий: положительное и отрицательное, северный полюс и южный полюс, свет и тень, притяжение и отталкивание, плюс и минус, добро и зло и т.п. – между всеми этими понятиями существует отношение взаимной связи и взаимного исключения. Каждое из них есть иное другого, отрицание его, и в то же время его собственное существование обусловлено этим другим.

3. Категория гармонии теснейшим образом связана с категорией меры. Все чрезмерное, сверхобильное, гигантское или, наоборот, мизерное, ничтожное не может быть гармоничным. Только сомаштабное человеку, посильное для него и соразмерное, гармонично. В композицию, приведенную к гармонии, нечего добавить и убрать.

4. Пропорциональность. Гармоничная система всегда составлена из двух или более элементов, между которыми должно быть определенное количественное отношение, или пропорция (рис. 5). Принцип золотого сечения – высшее проявление структурного и функционального совершенства целого и его частей в искусстве, науке, технике и природе.

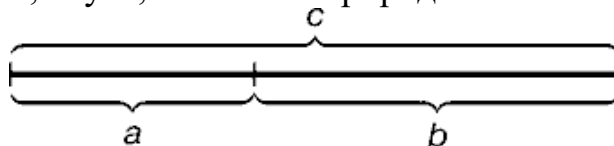


Рис. 5. Пропорции золотого сечения

Золотое сечение – это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как

сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему $a : b = b : c$ или $c : b = b : a$.

Отрезки золотой пропорции выражаются бесконечной иррациональной дробью 0,618..., если c принять за единицу, $a = 0,382$. Числа 0,618 и 0,382 являются коэффициентами последовательности Фибоначчи (на этой пропорции базируются основные геометрические фигуры). Особенность последовательности чисел состоит в том, что каждый ее член, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих $2 + 3 = 5$; $3 + 5 = 8$; $5 + 8 = 13$, $8 + 13 = 21$; $13 + 21 = 34$ и т.д., а отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого деления. Так, $21:34 = 0,617$, а $34:55 = 0,618$. Это отношение обозначается символом Φ . Только это отношение – 0,618:0,382 – дает непрерывное деление отрезка прямой в золотой пропорции, увеличение его или уменьшение до бесконечности, когда меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему.

Принято считать, что понятие о золотом делении ввел в научный обиход **Пифагор**, древнегреческий философ и математик (VI в. до н.э.). Есть предположение, что Пифагор свое знание золотого деления позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого деления при их создании.

5. Равновесие. Гармоничная композиция всегда уравновешена, устойчива. Идеальное состояние уравновешенности дает симметрия.

Симметрия – это такая особенность природы, про которую принято говорить, что она охватывает все формы движения и организации материи. Симметрия ограничивает многообразие структур, которые могут существовать.

Существует 2 группы симметрий. К первой группе относятся симметрия положений, форм, структур. Это та симметрия, которую можно непосредственно видеть. Она может быть названа геометрической симметрией. Вторая группа характеризует симметрию физических явлений и законов природы. Эта симметрия лежит в самой основе естественнонаучной картины мира: ее можно назвать физической симметрией. Таким образом, геометрический объект или физическое явление считаются симметричными, если с ними можно сделать что-то такое, после чего они останутся неизменными.

Например, пятиконечная звезда, будучи повернута на 72° ($360^\circ:5$), займет первоначальное положение, а будильник, например, одинаково звенит в любом углу комнаты. Первый пример дает понятие об одном из видов геометрической симметрии – поворотной, а второй иллюстрирует важную физическую симметрию – однородность и изотропность (равнозначность всех направлений) пространства. Благодаря последней симметрии все физические приборы (в том числе и будильник) одинаково работают в разных точках пространства, если, конечно, не изменяются окружающие физические условия. Легко вообразить, какая бы царила на Земле неразбериха, если бы эта симметрия была нарушена!

6. Логичность системы, очевидность закона ее строения, ясность постижения – существенные признаки гармонии.

7. Существенным признаком гармонии является соответствие и целесообразность. Сократ и Платон считали его также и признаком прекрасного. Всякая вещь хороша на своем месте; в несоответствующих обстоятельствах она теряет свою ценность и из прекрасной превращается в безобразную.

8. Гармония – это порядок. Гармоничной системе присуща высокая степень организованности и порядка, причем упорядочивающий принцип недвусмысленно ясен.

Гармония – естественная и наиболее мощная созидательная энергия мироздания, социума и человека [2, с. 190].

Занятие 12. Разнообразие форм симметрии

Вызов

Преподаватель задаёт вопрос аудитории:

1) В каких природных явлениях, областях знания и отраслях человеческой жизнедеятельности мы с вами можем увидеть симметрию?

2) Как вы думаете, чем обусловлена универсальность свойства симметрии/асимметрии самых разнообразных наблюдаемых в природе и человеческой деятельности явлений, объектов?

Студенты могут обсудить вопросы в парах или группах, ответы фиксируются кратко на доске.

Осмысление

Преподаватель просит в каждой группе рассчитаться по порядку от 1 до 5 и затем объединиться в группы с одинаковым номером, т.е. студенты делятся на «экспертные» группы. «Экспертам» в новых группах раздаётся одинаковый текст о формах симметрии и асимметрии в определенной области (физика, химия, биология и т.д.) (Приложение 14). Студенты читают текст, обсуждают в группе содержание и отвечают на вопросы, помогающие его усвоить. Дается задание: подготовить общий, логично организованный рассказ, с которым каждый вернется в свою «домашнюю» группу, а также вопрос на понимание текста для членов своей «домашней» группы.

После выполнения задания студентам предлагается вернуться обратно в «домашние» группы, где каждый «эксперт» рассказывает новую информацию остальным студентам, задаёт вопрос на понимание и уточняет, что осталось не до конца понятным.

Рефлексия

На данной стадии преподавателю могут быть заданы вопросы, ответы на которые студенты не нашли при чтении текстов и обсуждении в экспертных и домашних группах. В заключение занятия преподаватель демонстрирует фрагмент видеоролика «Тайный смысл симметрии» (URL: <https://www.youtube.com/watch?v=yZdSrZ25j6A>).

Список используемой литературы

1. Лебедева С.В. Закон симметрии и его универсальный характер // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2007. №2. С. 107-111.

2. Природа красоты / Портал “Naked Science”. URL: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/what-is-beauty>. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

3. Сидоренко С.В., Францева Ю.Е., Швец И.М. Использование активных методов обучения в курсе «Концепции современного естествознания»: учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2014. 223 с.

4. Симметрия в химии / URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/102/212.htm>. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

5. Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Наука. 1987. 160 с.

6. Швец И.М., Краснодубская С.В. Активные формы обучения в преподавании курса «Концепции современного естествознания»: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород. 2010. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/current_science.pdf. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)

7. Юрина Н.М. Концепции современного естествознания: учебное пособие / Н.М. Юрина. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. 2005. С. 43-44.

Симметрия в физике

[7, с. 43-44]: Симметрия, симметрично протекающие процессы широко распространены в природе. Наиболее наглядным и часто приводимым примером симметрии служит снежинка: угол между гранями снежинки составляет 120°, потому что в молекуле воды два атома водорода образуют угол около 120° с вершиной в атоме кислорода. Кристаллическая решетка льда состоит из множества таких молекул, расположенных с удивительной правильностью, и отражает их симметрию.

Принцип симметрии лежит в основе физики элементарных частиц и проявляется в существовании «пар» – частицы и античастицы, а также во взаимопревращаемости частиц. Первым было открыто превращение электрона и позитрона в кванты электромагнитного поля – фотоны, и обратный процесс «порождения» пар из фотонов, обладающих достаточно большой энергией. Принцип симметрии заключен в уже упоминавшейся теории кварков, с которой связаны проблемы систематизации элементарных частиц. Сегодня известно множество элементарных частиц, но законы, управляющие их возникновением и свойствами, не ясны. Согласно названной теории (или, вернее сказать, гипотезе) частицы состоят из «кварков». Их классифицируют на три группы: d-, u- и s- кварки, которые, комбинируясь по три, образуют десять частиц, называемых гиперонами. Такая классификация, основанная на принципах симметрии, правильно предсказывает заряд каждого гиперона.

Самую смелую идею симметрии высказал Альберт Эйнштейн: скорость света должна быть одинаковой для всех наблюдателей независимо от того, с какой скоростью они движутся. Эйнштейн в явном виде сформулировал постулат о симметрии пространства, то есть об эквивалентности направлений и различных точек пространства.

Замечательная идея симметрии заключена в фундаментальной теореме, доказанной Э. Нётер в 1918 году и носящей теперь её имя. Эта теорема утверждает, что существование любой конкретной симметрии – в пространстве-времени, степенях свободы элементарных частиц и физических полей – приводит к соответствующему закону сохранения.

Другими словами, если говорить просто, без символов и уравнений, то теорема Нётер в наиболее общей формулировке гласит: если физическая система обладает непрерывной симметрией, то в ней найдутся соответствующие величины, которые сохраняют значение с течением времени. Если не углубляться в детали, то можно сказать, что в физике под симметрией понимают любое изменение физической системы, относительно которого физические величины в системе являются инвариантными. Это изменение посредством математически непрерывного преобразования должно затрагивать системы координат, а рассматриваемая величина до и после преобразования должна оставаться неизменной.

[5, с. 78]: Простейшим примером симметрии физических законов - и вы сразу поймете, что это совсем не симметрия правого и левого, - может служить

симметрия относительно пространственного переноса (свойство изотропности)). Вот что мы имеем в виду. Если построить любую установку и при ее помощи поставить какой-нибудь опыт, а затем взять и построить точно такую же установку для точно такого же эксперимента с точно таким же объектом, но в другом месте, не здесь, а там, т.е. просто перенести наш опыт в другую точку пространства, то окажется, что во время обоих опытов происходит в точности одно и то же. Конечно, говоря о симметрии относительно пространственных переносов, необходимо учитывать все, что играет в эксперименте существенную роль, и переносить все это вместе с установкой. Возьмем, например, какую-нибудь систему с маятником и попробуем перенести ее на 20 тысяч миль вправо. Ясно, что система не будет работать правильно, так как колебания маятника зависят от притяжения Земли. Но если представить себе, что вместе с установкой я переносу и нашу планету, то система будет работать по-прежнему. В том-то и дело – нужно переносить сразу все, что имеет хоть малейшее значение, хоть это правило звучит довольно нелепо.

Другое свойство симметрии связано с тем, что *для физических законов не существенны и сдвиги во времени (свойство однородности)*. Запустим планету вокруг Солнца в определенном направлении. И предположим, что мы могли бы запустить ее же снова на 2 часа или на 2 года позже, запустить снова с самого начала точно таким же образом при точно таком же исходном расположении планет и Солнца, как и при первом запуске. Тогда все будет происходить точно так же, как и в первом случае, поскольку вновь закон всемирного тяготения говорит о скорости и нигде не пользуется понятием абсолютного времени, в определенный момент которого необходимо начать измерения.

[1, с. 108]: Значительный вклад в развитие теории симметрии внес Пьер Кюри. В 1894 г. появляется его последняя работа, посвященная симметрии, в которой были сформулированы наиболее глубокие идеи ученого, касающиеся универсальной роли симметрии. Пьер Кюри рассматривал симметрию, как состояние пространства, характерное для среды, где происходит данное явление. Для этого необходимо учитывать:

- 1) состояние и строение среды;
- 2) движения изучаемого тела относительно формирующей его среды или движения среды относительно данного тела;
- 3) воздействие на тело других физических факторов.

Универсальный принцип, сформулированный П. Кюри, состоял в том, что форма тела сохраняет только те элементы собственной симметрии, которые совпадают с накладываемыми на него элементами симметрии внешней среды.

Так, поле тяготения обладает высшей формой симметрии – сферической, поэтому сферически симметричны Земля, Солнце и все космические тела, сформированные под действием собственного поля гравитации. По той же причине сферически симметричны и взвешенные в воде микроорганизмы, для которых поле тяготения вторично по сравнению со сферически симметричным полем давления жидкости.

Любая точка земной поверхности под влиянием силы земного тяготения получает «симметрию конуса». В результате все тела, прикрепленные к

определенным точкам на земле и развивающиеся в вертикальном направлении, должны получать в общем симметрию конуса.

В отличие от широко распространенных в природе форм с симметрией конуса, все то, что растет наклонно или по горизонтали, а также все, что движется по земле в разных направлениях, обладает только единственной плоскостью симметрии.

Пьер Кюри придавал особое значение исчезнувшим элементам симметрии собственной симметрии данного объекта. Такую исчезнувшую симметрию он называл «диссимметрией». Пьер Кюри выяснил, что именно отсутствующие элементы симметрии допускают развитие системы в отличие от присутствующих элементов симметрии, которые фиксируют ее статус и ограничивают свободу развития. Его знаменитая фраза: «диссимметрия творит явление».

Симметрия в геометрии

[3, с. 190]: Сравнительно давно в математике возник образ объекта, более объемистого, но, тем не менее, сходного с линией. Некоторым ученым было трудно примириться с понятием линии, не имеющей ширины, поэтому постепенно ими стали изучаться геометрические формы и структуры, имеющие дробную пространственную размерность. На смену непрерывным кривым, обладающим всеми своими производными, пришли ломаные или очень изрезанные кривые. Ярким примером такой кривой является траектория броуновской частицы. Так в науке возникло понятие фрактала.

Фракталами называются геометрические объекты: линии, поверхности, пространственные тела, имеющие сильно изрезанную форму и обладающие свойством самоподобия. Слово фрактал произошло от латинского слова *fractus* и переводится как «дробный, ломаный». Самоподобие как основная характеристика фрактала означает, что он более или менее единообразно устроен в широком диапазоне масштабов. Так, при увеличении маленькие фрагменты фрактала получаются очень похожими на большие. В идеальном случае такое самоподобие приводит к тому, что фрактальный объект оказывается инвариантным относительно растяжений, т.е. ему, как говорят, присуща дилатационная симметрия. Она предполагает неизменность основных геометрических особенностей фрактала при изменении масштаба.

Отметим, что свойство точного самоподобия характерно лишь для регулярных фракталов. Если вместо детерминированного способа построения включить в алгоритм их создания некоторый элемент случайности (как это бывает, например, во многих процессах диффузионного роста кластеров, электрическом пробое и т.д.), то возникают так называемые случайные фракталы. Основное их отличие от регулярных состоит в том, что свойства самоподобия справедливы только после соответствующего усреднения по всем статистически независимым реализациям объекта. При этом увеличенная часть фрактала не точно идентична исходному фрагменту, однако их статистические характеристики совпадают.

Слово «фрактал» было введено в обращение замечательным французским математиком польского происхождения Бенуа Мандельбротом в 1975 году. И хотя в математике похожие конструкции в той или иной форме появились уже много десятков лет назад, в физике ценность подобных идей была осознана лишь в 70-е годы прошлого столетия. Важную роль в широком распространении идей фрактальной геометрии сыграла замечательная книга Б. Мандельброта «Фрактальная геометрия природы». Фрактальные объекты, согласно своему начальному определению, обладают размерностью, строго превышающей топологическую размерность элементов, из которых они построены.

Возможно, что наиболее убедительным аргументом в пользу изучения фракталов является их бросающаяся в глаза красота. Фрактальные объекты удивительным образом перекинули мост между логическим подходом к познанию природных явлений, который присущ научному мышлению, и интуитивным подходом, когда человек пытается воссоздать окружающий мир с помощью богатства эстетических форм и звуков. Оказывается, что при анализе многих фракталов, построенных на основе точных математических алгоритмов, более уместны эстетические категории и ассоциации.

Любопытно отметить, что с появлением фракталов вычислительная математика стала сама непосредственно участвовать в создании истинных эстетических ценностей. Главным образом это относится к компьютерной графике, которая переживает сегодня период интенсивного развития. Она оказалась способна воссоздать на экране монитора бесконечное разнообразие фрактальных форм и пейзажей, погружая зрителя в удивительное виртуальное пространство, существующее в «воображении» компьютера. В настоящее время при помощи сравнительно простых алгоритмов появилась возможность создавать трехмерные изображения фантастических ландшафтов и форм, которые способны преобразовываться во времени в еще более захватывающие картины. С другой стороны, часто искусственные изображения фракталов столь схожи с естественными, природными формами, что их невозможно отличить друг от друга. Стремительное вторжение компьютеров в мир искусства во многом изменило понятие красоты и гармонии, живописной выразительности и точности воссоздания окружающего мира.

Для многих стало очевидно, что старые, добрые формы евклидовой геометрии сильно проигрывают большинству природных объектов из-за отсутствия в них некоторой нерегулярности, беспорядка и непредсказуемости. Может быть, в будущем новые идеи фрактальной геометрии помогут нам изучить многие загадочные явления окружающей природы.

В настоящее время фракталы и мультифракталы стремительно вторгаются во многие области физики, биологии, медицины, социологии, экономики. Методы обработки изображений и распознавания образов, использующие новые понятия, дают возможность исследователям применить этот математический аппарат для количественного описания огромного количества природных объектов и структур.

Язык фрактальной геометрии необходим, например, при изучении поглощения или рассеяния излучения в пористых средах, для характеристики

сильно развитой турбулентности, при моделировании свойств поверхности твердых тел, для описания диэлектрического пробоя и молнии, при анализе процессов усталостного разрушения материалов, при исследовании различных стадий роста вещества за счет диффузии и последующей агрегации, в квантовой механике при описании геометрической структуры волновых функций в точке перехода Андерсона металл-диэлектрик. Удивительно то, что сходные геометрические формы встречаются в совершенно различных областях науки: в астрофизике при описании процессов кластеризации галактик во Вселенной, в картографии при изучении форм береговых линий и разветвленной сети речных русел и, например, в биологии, при анализе строения кровеносной системы или рассмотрении сложных поверхностей клеточных мембран.

Большинство природных фракталов на самом деле являются мультифракталами. Говоря кратко, мультифрактал – это неоднородный фрактал. В настоящее время теория мультифракталов представляет собой бурно развивающуюся область науки, и основные ее концепции активно используются для объяснения многих явлений в самых различных областях естествознания.

Мультифрактальный анализ с успехом применяется при описании структурного распределения неоднородных звездных скоплений в астрофизике, при исследовании агрегационных свойств клеточных элементов крови в биологии, для характеристики основных этапов эволюции ансамбля дислокаций и усталостного разрушения материалов в физике металлов. Мультифрактальные концепции широко используются в теории развитой гидродинамической турбулентности, при изучении несоразмерных структур и квазикристаллов в физике твердого тела, в теории спиновых стекол и неупорядоченных систем, в квантовой механике и физике элементарных частиц.

Простейшим геометрическим фракталом является *Кривая Коха (снежинка Коха)* (рис. 12).

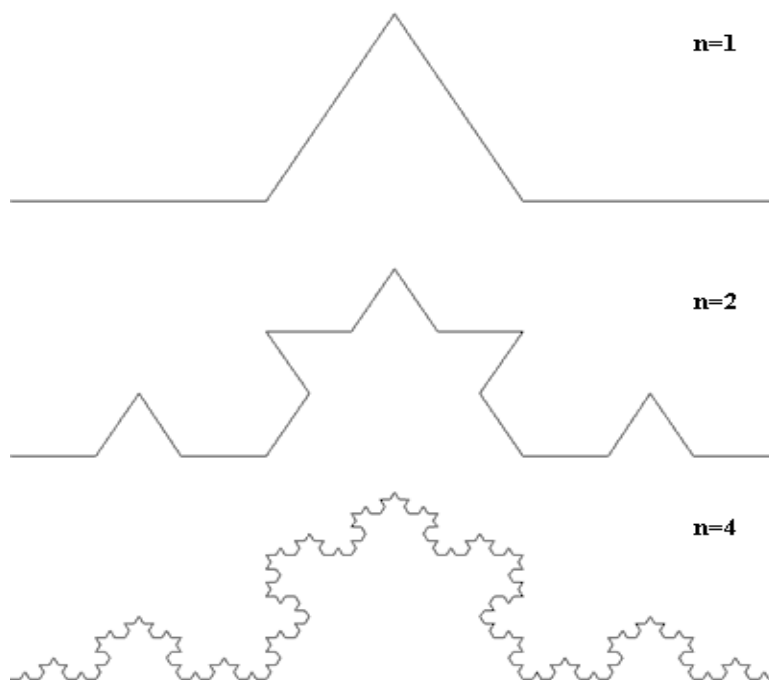


Рис. 12. Процесс построения кривой Коха

Процесс её построения выглядит следующим образом: берём единичный отрезок, разделяем на три равные части и заменяем средний интервал равносторонним треугольником без этого сегмента. В результате образуется ломаная, состоящая из четырех звеньев длины $1/3$. На следующем шаге повторяем операцию для каждого из четырёх получившихся звеньев и т. д... Предельная кривая и есть кривая Коха. Три копии кривой Коха, построенные (остриями наружу) на сторонах правильного треугольника, образуют замкнутую кривую, называемую снежинкой Коха.

Симметрия в химии

[4]: Симметрия в химии проявляется в геометрической конфигурации молекул, что сказывается на специфике физических и химических свойств молекул в изолированном состоянии, во внешнем поле и при взаимодействии с другими атомами и молекулами.

Большинство простых молекул обладает элементами пространственной симметрии равновесной конфигурации: осями симметрии, плоскостями симметрии и т.д. Так, молекула аммиака NH_3 обладает симметрией правильной треугольной пирамиды, молекула метана CH_4 – симметрией тетраэдра. У сложных молекул симметрия равновесной конфигурации в целом, как правило, отсутствует, однако приближённо сохраняется симметрия отдельных её фрагментов (локальная симметрия). Наиболее полное описание симметрии как равновесных, так и неравновесных конфигураций молекул достигается на основе представлений о т.н. динамических группах симметрии – группах, включающих не только операции пространственной симметрии ядерной конфигурации, но и операции перестановки тождественных ядер в различных конфигурациях. Например, динамическая группа симметрии для молекулы NH_3 включает также и операцию инверсии этой молекулы: переход атома N с одной стороны плоскости, образованной атомами H, на другую её сторону.

Симметрия равновесной конфигурации ядер в молекуле влечёт за собой определённую симметрию волновых функций различных состояний этой молекулы, что позволяет проводить классификацию состояний по типам симметрии. Переход между двумя состояниями, связанный с поглощением или испусканием света, в зависимости от типов симметрии состояний может либо проявляться в молекулярном спектре, либо быть запрещённым, так что соответствующая этому переходу линия или полоса будет отсутствовать в спектре. Типы симметрии состояний, между которыми возможны переходы, влияют на интенсивность линий и полос, а также и на их поляризацию.

Представления о симметрии имеют важное значение при теоретическом анализе строения комплексных соединений, их свойств и поведения в различных реакциях. Такие теории, как теория кристаллического поля и теория поля лигандов, устанавливают взаимное расположение занятых и вакантных орбиталей комплексного соединения на основе данных о его симметрии, характер и степень расщепления энергетических уровней при изменении

симметрии поля лигандов. Знание одной лишь симметрии комплекса очень часто позволяет качественно судить о его свойствах.

В 1965 г. Р. Вудворд и Р. Хоффман выдвинули принцип сохранения орбитальной симметрии при химических реакциях, подтвержденный впоследствии обширным экспериментальным материалом и оказавший большое влияние на развитие препаративной органической химии. Этот принцип (правило Вудворда-Хоффмана) утверждает, что отдельные элементарные акты химических реакций проходят с сохранением симметрии молекулярных орбиталей, или орбитальной симметрии. Чем больше нарушается симметрия орбиталей при элементарном акте, тем труднее проходит реакция.

Учёт симметрии молекул важен при поиске и отборе веществ, используемых при создании химических лазеров и молекулярных выпрямителей, при построении моделей органических сверхпроводников, при анализе канцерогенных и фармакологически активных веществ и т.д.

Особый вид симметрии – спиральную симметрию – имеют многие важные молекулы, из которых построены живые организмы – белки, дезоксирибонуклеиновые кислоты. Подлинным царством природных винтов является мир «живых молекул» – молекул, играющих принципиально важную роль в жизненных процессах. К таким молекулам относятся прежде всего молекулы белков. В человеческом теле насчитывают до 10 типов белков. Все части тела, включая кости, кровь, мышцы, сухожилия, волосы, содержат белки. Молекула белка представляет собой цепочку, составленную из отдельных блоков, и закрученную по правой спирали. Её называют альфа-спиралью. За открытие альфа-спирали американский учёный Лайнус Полинг получил Нобелевскую премию. Молекулы волокон сухожилий представляют собой тройные альфа-спирали. Скрученные многократно друг с другом альфа-спирали образуют молекулярные винты, которые обнаруживаются в волосах, рогах, копытах.

Исключительно важную роль в мире живой природы играют молекулы ДНК, являющейся носителем наследственной информации в живом организме. Молекула ДНК имеет структуру двойной правой спирали, открытой американскими учёными Уотсоном и Криком. За её открытие они были удостоены Нобелевской премии. Двойная спираль молекулы ДНК есть главный природный винт.

Важным свойством некоторых классов биомолекул является хиральность – свойство молекулы не совпадать со своим зеркальным отражением. Правая и левая руки (и ноги) человека – это наиболее простой пример хиральных объектов. Каждый из вас, наверное, пытался надеть правый ботинок на левую ногу, и наоборот. В этот момент вы, сами того не зная, познакомились со свойством хиральности. Точно так же хиральными могут быть и молекулы.

Существуют разные типы хиральности в зависимости от структуры молекул. В биологии имеет значение, прежде всего, центральная хиральность. В этом случае у хиральной молекулы есть как минимум один хиральный центр – обычно это атом, соединённый с несколькими заместителями, которые могут по-разному располагаться в пространстве. В роли хирального центра в органических

молекулах выступает асимметрический атом углерода – атом С, соединённый с четырьмя разными группами (заместителями).

Атом углерода, не имеющий двойных связей, находится в конфигурации тетраэдра (правильной пирамиды). При этом сам углерод находится в геометрическом центре пирамиды, а заместители, с которыми он связан, – на её вершинах. Полученные молекулы являются зеркальными отражениями друг друга. При этом получаются два изомера, которые являются разными веществами и не могут превращаться друг в друга без реакций с разрывом связи. Такие изомеры называются оптическими.

Оптическая изомерия характерна для двух важнейших групп биомолекул – аминокислот и моносахаридов. При этом живые системы проявляют удивительное свойство, которое называется хиральной чистотой: в базовом метаболизме абсолютно всех живых существ задействован всегда только один из двух возможных оптических изомеров, и в составе живых организмов обнаруживаются почти исключительно L-аминокислоты и D-моносахариды. В исключительных случаях «нестандартные» изомеры образуются в специфических боковых путях метаболизма некоторых организмов и не являются универсальными. Свойство хиральной чистоты считается одним из важнейших доказательств происхождения всех живых организмов от единого общего предка (монофилетичности всего живого).

[3, с. 178]: В отличие от молекул неживой природы, где левые и правые молекулы встречаются часто, то есть носят в основном симметричный характер, молекулы органических веществ характеризуются ярко выраженной асимметрией. Придавая большое значение асимметрии живого, В.И. Вернадский предполагал, что именно здесь проходит тонкая граница между химией живого и неживого. Луи Пастер также, основываясь на этих признаках, провел границу между живым и неживым. Следует также отметить, что живые организмы (растения) в процессе жизнедеятельности поглощают из окружающей среды (почвы) в значительной степени химические соединения минеральной пищи, молекулы которой симметричны и в своем организме превращают их в асимметричные органические вещества: крахмал, белки, глюкозу и т.д. Симметрия молекул пищевых веществ живого организма согласуется с симметрией молекул самого организма. В противном случае пища будет несовместимой (ядовитой).

Симметрия в живой природе

[3, с. 185]: Симметрия вездесуща, многообразна и многолика.

«На Земле жизнь зародилась в сферически симметричных формах, а потом стала развиваться по двум главным линиям: образовался мир растений, обладающих симметрией конуса, и мир животных с билатеральной симметрией» (М. Гарднер).

Специфика строения растений и животных определяется особенностями среды обитания, к которой они приспособляются, особенностями их образа жизни. У любого дерева есть основание и вершина, «верх» и «низ»,

выполняющие разные функции. Значимость различия верхней и нижней частей, а также направление силы тяжести определяют вертикальную ориентацию поворотной оси «древесного конуса» и плоскостей симметрии.

Для листьев характерна зеркальная симметрия. Эта же симметрия встречается и у цветов, однако у них зеркальная симметрия чаще выступает в сочетании с поворотной симметрией. Нередки случаи и переносной симметрии (веточки акации, рябины).

Соты - настоящий конструкторский шедевр. Они состоят из ряда шестигранных ячеек. Это самая плотная упаковка, позволяющая наивыгоднейшим образом разместить в ячейке личинку и при максимально возможном объеме наиболее экономно использовать строительный материал-воск.

Листья на стебле расположены не по прямой, а окружают ветку по спирали. Сумма всех предыдущих шагов спирали, начиная с вершины, равна величине последующего шага $A+B=C$, $B+C=D$ и т.д. Расположение семян в головке подсолнуха или листьев в побегах вьющихся растений соответствует логарифмической спирали.

Типы симметрии у животных:

- центральная
- осевая
- радиальная
- билатеральная
- двулучевая
- поступательная (метамерия)
- поступательно-вращательная

Любой организм обладает вращательной симметрией. Для вращательной симметрии существенным характерным элементом являются антимеры. Важно знать, при повороте на какой градус контуры тела совпадут с исходным положением. Минимальный градус совпадения контура имеет шар, вращающийся около центра симметрии. Максимальный градус поворота 360° , когда при повороте на эту величину контуры тела совпадут.

Если тело вращается вокруг центра симметрии, то через центр симметрии можно провести множество осей и плоскостей симметрии. Если тело вращается вокруг одной гетерополярной оси, то через эту ось можно провести столько плоскостей, сколько антимер имеет данное тело. В зависимости от этого условия говорят о вращательной симметрии определённого порядка. Например, у шестилучевых кораллов будет вращательная симметрия шестого порядка. У гребневиков две плоскости симметрии, и они имеют симметрию второго порядка. Симметрию гребневиков также называют двулучевой. Наконец, если организм имеет только одну плоскость симметрии и соответственно две антимеры, то такую симметрию называют двусторонней или билатеральной. Лучеобразно отходят тонкие иглы. Это помогает простейшим «парить» в толще воды. Шарообразны и другие представители простейших – лучевики (радиолярии) и солнечники с лучевидными отростками-псевдоподиями.

П.Е. Васильковский отмечал: «Глядя на них, так и кажется, что эти кружевные сплетения – не часть живых существ, а тончайшие ювелирные изделия, предназначенные украшать наряды морских принцесс. Разнообразие их форм положительно неисчерпаемо; в очертаниях же их скелетов-оболочек соблюдена такая правильность рисунка, точно художественные изделия эти вышли из рук лучших мастеров».

Для поступательной симметрии характерным элементом являются метамеры (*meta* – один за другим; *mer* – часть). В этом случае части тела расположены не зеркально друг против друга, а последовательно друг за другом вдоль главной оси тела. Метамерия – одна из форм поступательной симметрии. Она особенно ярко выражена у кольчатых червей, длинное тело которых состоит из большого числа почти одинаковых сегментов. Этот случай сегментации называют гомономной. У членистоногих животных число сегментов может быть относительно небольшим, но каждый сегмент несколько отличается от соседних или формой, или придатками (грудные сегменты с ногами или крыльями, брюшные сегменты). Такую сегментацию называют гетерономной.

Вращательно-поступательная симметрия. Этот тип симметрии имеет ограниченное распространение в животном мире. Эта симметрия характерна тем, что при повороте на определённый угол часть тела немного проступает вперед и её размеры каждый следующий логарифмически увеличивает на определённую величину. Таким образом, происходит совмещение актов вращения и поступательного движения. Примером могут служить спиральные камерные раковины фораминифер, а также спиральные камерные раковины некоторых головоногих моллюсков (современный наутилус или ископаемые раковины аммонитов). С некоторым условием к этой группе можно отнести также и некамерные спиральные раковины брюхоногих моллюсков.

Значение формы симметрии для животного легко понять, если поставить её в связь с образом жизни, экологическими условиями. Если окружающая животное среда со всех сторон более или менее однородна и животное равномерно соприкасается с нею всеми частями своей поверхности, то форма тела обычно шарообразна, а повторяющиеся части располагаются по радиальным направлениям. Шарообразны многие радиолярии, входящие в состав так называемого планктона, т.е. совокупности организмов, взвешенных в толще воды и неспособных к активному плаванию; шарообразные камеры имеют немногочисленные планктонные представители фораминифер (простейшие, обитатели морей, морские раковинные амёбы), лучевиков, солнечных. Солнечники, в общем, походят на лучевиков, но встречаются преимущественно в пресных водах. Шаровидное тело солнечных посылает во все стороны многочисленные тонкие, нитевидные радиально расположенные псевдоподии, тело лишено минерального скелета. Такой тип симметрии называют равноосным, так как он характеризуется наличием многих одинаковых осей симметрии. Равноосная симметрия должна превратиться в одноосную вместе с переходом к сидячему или мало подвижному донному образу жизни; если, например, шарообразное тело приобретает стебелёк для прикрепления к субстрату, то ось симметрии должна будет проходить через стебелёк и сделается,

таким образом, единственной. Примерами такой симметрии могут служить сидячие солнечники, жгутиковые, сосущие инфузории, бокалообразные губки.

Равноосный и полисимметрический типы встречаются преимущественно среди низкоорганизованных и малодифференцированных животных. Сидячие одноосные полисимметрические животные, усложняя свою организацию и приобретая различные органы, приобретают лучевую или радиальную симметрию тела, выражающуюся в том, что органы располагаются в радиальных (лучистых) направлениях вокруг одной главной продольной оси. От числа повторяющихся органов зависит порядок радиальной симметрии. Например, если вокруг продольной оси располагается 4 одинаковых органа, то радиальная симметрия в этом случае называется четырёхлучевой. Плоскостей симметрии можно провести всегда несколько, оно должно соответствовать количеству повторяющихся в лучах органов. Плоскости делят тело животного на одинаковые участки с повторяющимися органами. В этом заключается отличие радиальной симметрии от полисимметрического типа. Радиальная симметрия характерна для малоподвижных и прикрепленных форм (двух-, четырёх-, восьми – и шести - лучевые кораллы, гидра, медузы, актинии). Экологическое значение лучевой симметрии легко понятно: сидячее животное окружено со всех боковых сторон одинаковой средой и должно вступать во взаимоотношения с этой средой при помощи одинаковых, повторяющихся в радиальных направлениях органов. Именно сидячий образ жизни способствует развитию лучистой симметрии.

Переход от лучевой или радиальной к двусторонней или билатеральной симметрии связан с переходом от сидячего образа жизни к активному передвижению в среде (от сидячести к ползанию по субстрату постоянно одним и тем же концом тела вперёд). Для сидячих форм отношения со средой равноценны во всех направлениях: радиальная симметрия точно соответствует такому образу жизни. У активно перемещающихся животных передний конец тела становится биологически не равноценным остальной части туловища, происходит формирование головы, становятся различимы правая и левая сторона тела. Благодаря этому теряется радиальная симметрия, и через тело животного можно провести лишь одну плоскость симметрии, делящую тело на правую и левую стороны. Двусторонняя симметрия означает, что одна сторона тела животного представляет собой зеркальное отражение другой стороны. Такой тип организации характерен для большинства беспозвоночных, в особенности для кольчатых червей и для членистоногих – ракообразных, паукообразных, насекомых, бабочек; для позвоночных – рыб, птиц, млекопитающих. Впервые двусторонняя симметрия появляется у плоских червей, у которых передний и задний концы тела различаются между собой.

Рассмотрим ещё один тип симметрии, который встречается в животном мире. Это винтовая или спиральная симметрия. Винтовая симметрия есть симметрия относительно комбинации двух преобразований – поворота и переноса вдоль оси поворота, т.е. идёт перемещение вдоль оси винта и вокруг оси винта. Встречаются левые и правые винты. Примерами природных винтов являются: бивень нарвала (небольшого китообразного, обитающего в северных морях) – левый винт; раковина улитки – правый винт; рога памирского барана –

энантиоморфы (один рог закручен по левой, а другой по правой спирали). Спиральная симметрия не бывает идеальной, например, раковина у моллюсков сужается или расширяется на конце.

Отметим, наконец, билатеральную симметрию человеческого тела (речь идёт о внешнем облике и строении скелета). Эта симметрия всегда являлась и является основным источником нашего эстетического восхищения хорошо сложенным человеческим телом. Наша собственная зеркальная симметрия очень удобна для нас, она позволяет нам двигаться прямолинейно и с одинаковой лёгкостью поворачиваться вправо и влево. Столь же удобна зеркальная симметрия для птиц, рыб и других активно движущихся существ.

[2]: Более того, человеческое тело мы считаем красивым, если оно на инстинктивном уровне свидетельствует нам о качественном генофонде данного индивида: «Красивая женщина родит крепких и здоровых детей». Тем, кому не нравились «красивые» внешние признаки – выбирали себе «некрасивых» (читай – больных, недостаточно крепких, не плодовитых, слабых, не выносливых и т.д.) партнеров, их потомство было слабее или не рождалось вообще, а потому такие люди отсеивались половым отбором, а вместе с ними и гены «непонимания красоты» и «безвкусицы». Таким образом, симметричность становится очень надежным «индикатором приспособленности» как человека, так и остальных животных.

Интересно, что любовь ко всему симметричному, вероятно, уходит корнями еще в незапамятные времена. Об этом можно подумать глядя на форму ашельских рубил - бифасов. Палеолитические люди тратили столько сил и времени, чтобы придать им правильную, симметричную форму! Для чего? Ведь нож может быть каким угодно - был бы острый кончик и режущий край. Форма бифасов похожа на клыки хищников, может быть, они были их прообразом? Однако клыки, как правило, обычно бывают изогнуты. Древние же мастера делали их прямыми, с правильной двусторонней симметрией. Некоторые исследователи предполагают, что симметричные формы ашельских рубил в свое время служили своеобразным «индикатором приспособленности» для эректусов и гейдельбержцев, поэтому могли даже поддерживаться половым отбором.

Симметрия в познании

[6, с. 123]:

1. Понятия симметрии и асимметрии фигурируют в науке с древнейших времен скорее в качестве эстетического критерия, чем строгого научного познания.

2. До появления идеи симметрии математика, физика, естествознание напоминали отдельные островки безнадежно изолированных друг от друга и даже противоречивых представлений, теорий, законов.

3. Симметрия характеризует и знаменует собой эпоху синтеза, когда разрозненные фрагменты научного знания сливаются в единую целостную картину мира (симметрия устанавливает связи).

4. В качестве одной из основных тенденций этого процесса (слияние в единую картину мира) выступает математизация научного знания.

5. Симметрию относят к атрибутам таким же фундаментальным, как и пространство, время, движение. В этом смысле симметрия определяет структуру материального мира.

6. В связи с фундаментальностью атрибута, симметрии попытки выразить его математически приводят к таким проявлениям, которые легко оказываются на грани мистики. Что и случилось с числами Фибоначчи. Книга Фибоначчи «Книга абака» (о счетной доске) вышла в свет в 1202 г. Однако истоки этого направления математизации симметрии необходимо вести с основ математического естествознания Пифагорейской школы.

Пифагорейская школа впервые, и не безуспешно, начала изучать связь природы и математики и, несмотря на ряд ошибок и увлечение «мистикой чисел», выявила ряд закономерностей, которые с успехом реализовались во многих архитектурных сооружениях.

Пифагор родился в 570 г. до н.э. на острове Самос, вблизи побережья Малой Азии. Пифагор во время войны Египта с Персией попал в плен и был отвезен в Вавилон, где познакомился с восточной философией и магией, нашедшей в дальнейшем отражение в его мировоззрении.

Пифагор был первым, кто обратил внимание на особое, «гармоническое» деление любого отрезка, названное впоследствии «золотым сечением».

«Золотое сечение» – это деление целого на две неравные части так, чтобы большая часть относилась к меньшей как целое к большей части.

В 1509 г., т.е. примерно через две тысячи лет после Пифагора, итальянец Лука Пачоли (1445-1509) опубликовал книгу «О божественной пропорции», рисунки к которой выполнил знаменитый друг Пачоли Леонардо да Винчи, кому и принадлежит сам термин «золотое сечение».

Если a – большая часть,
 b – меньшая часть, то

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$$

Решение этого уравнения - число $\Phi = 1,61803398875$.

Оно не менее замечательно, чем число π . Об этом числе после Пифагора писали Платон, Поликлет, Евклид и многие другие.

«Золотым сечением» кроме Леонардо да Винчи интересовались многие художники, скульпторы, архитекторы и многие деятели науки и искусства. Вызвано это тем, что везде, где появляется число Φ , живые формы и произведения искусства приятны для глаз, отличаются явной гармонией и красотой.

У человека «золотое сечение» – это отношение его роста к расстоянию от пупка до подошвы ног: при рождении оно $=2$, а к 21 году – 1,625, у женщин – 1,6. Многие женщины интуитивно пытаются приблизить это отношение к золотой пропорции, надевая туфли на каблуках («Витрувианский человек» в честь архитектора Маркуса Витрувия).

«Золотое сечение» владело умами многих ученых и выдающихся мыслителей прошлого, продолжает волновать и сейчас – не ради математических свойств, а потому, что оно неотделимо от целостности объектов искусства и в то же время обнаруживает себя как признак структурного единства объектов природы.

В упомянутой книге Фибоначчи им была опубликована последовательность, названная в дальнейшем числами Фибоначчи. Этот ряд строится таким образом, что каждое последующее число = сумме двух предыдущих: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377 и т.д.

А примеры ритмических вариантов «золотого сечения»:

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123 и т.д.

или 1, 4, 5, 9, 14, 23, 37, 60, 97, 157, 254...

И. Кеплер обнаружил ряд Фибоначчи при построении модели Солнечной системы.

Пулковский астроном К.И. Бутусов в серии обстоятельных работ решил проверить, в чем правы, и в чем ошибались пифагорейцы. Оказалось, что:

1) соотношение периодов соседних планет равно числу Φ или Φ^2 ;

2) частоты обращения планет и разности частот обращений образуют спектр с интервалом, равным числу Φ .

«Золотое сечение» часто встречается в живой природе:

1) в описании расположения листьев на побеге;

2) в спиральных из семян в головке подсолнечника, ромашки, в хвойных шишках;

3) в волнах электрической активности мозга.

4) в соотношении диаметра каждого витка спирали к предыдущему в раковине наutilusа; и много других примеров.

[3, с. 180]: **Леонардо да Винчи** также много внимания уделял изучению золотого деления. Он производил сечения стереометрического тела, образованного правильными пятиугольниками, и каждый раз получал прямоугольники с отношениями сторон в золотом делении. Поэтому он дал этому делению название золотое сечение. Так оно и держится до сих пор как самое популярное.

Цейзинг проделал колоссальную работу. Он измерил около двух тысяч человеческих тел и пришел к выводу, что золотое сечение выражает средний статистический закон (рис. 6, 7). Деление тела точкой пупа – важнейший показатель золотого сечения.

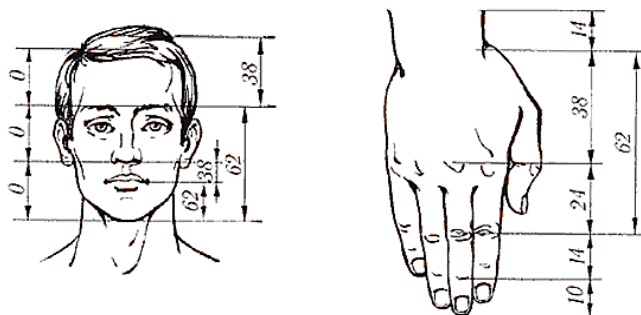


Рис. 6. Золотые пропорции в частях тела человека

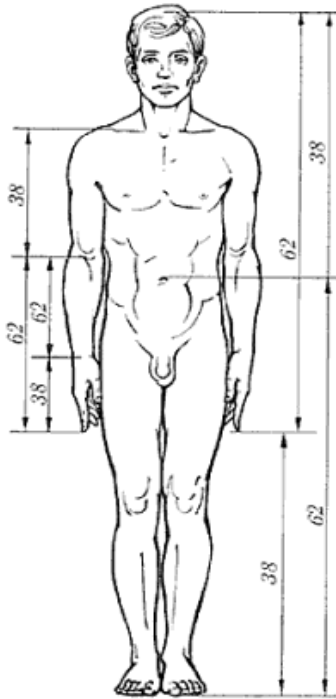


Рис. 7. Золотые пропорции в фигуре человека

Шедевром красоты считается Афродита Милосская, созданная Агесандром (рис. 8).

Ритмы сердца. Сердце бьется непрерывно – от рождения человека до его смерти. И его работа должна быть оптимальной, обусловленной законами самоорганизации биологических систем. А так как золотая пропорция является одним из критериев самоорганизации в живой природе, естественно было предположить, что и в работе сердца возможно проявление этого критерия. Если взять за единицу среднее давление крови в аорте, то систолическое давление крови в аорте составляет 0,382, а диастолическое - 0,618, то есть их отношение соответствует золотой пропорции.



Рис. 8. Афродита Милосская

Золотое сечение в природе

Все, что приобретало какую-то форму, образовывалось, росло, стремилось занять место в пространстве и сохранить себя. Это стремление находит осуществление в основном в двух вариантах – рост вверх или расстилание по поверхности земли и закручивание по спирали.

Раковина закручена по спирали. Если ее развернуть, то получается длина, немного уступающая длине змеи. Небольшая десятисантиметровая раковина имеет спираль длиной 35 см. Спирали очень распространены в природе. Представление о золотом сечении будет неполным, если не сказать о спирали. Форма спирально завитой раковины привлекла внимание Архимеда. Он изучал ее и вывел уравнение спирали. Спираль, вычерченная по этому уравнению, называется его именем. Увеличение ее шага всегда равномерно. В настоящее время **спираль Архимеда** широко применяется в технике (рис. 9).

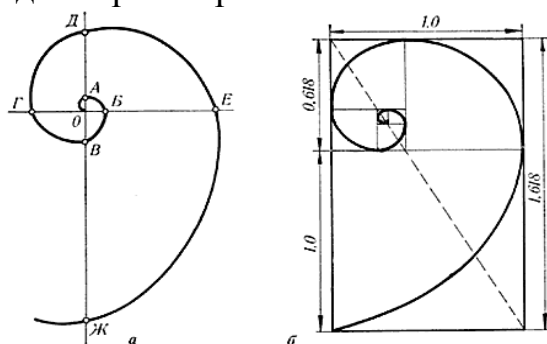


Рис. 9. Спираль Архимеда

Еще Гете подчеркивал тенденцию природы к спиральности. Винтообразное и спиралевидное расположение листьев на ветках деревьев подметили давно. Спираль увидели в расположении семян подсолнечника, в шишках сосны, ананасах, кактусах и т.д. Совместная работа ботаников и математиков пролила свет на эти удивительные явления природы. Выяснилось, что в расположении листьев на ветке (филотаксис), семян подсолнечника, шишек сосны проявляет себя ряд Фибоначчи, а стало быть, проявляет себя закон золотого сечения.

Паук плетет паутину спиралеобразно. Спиралью закручивается ураган. Испуганное стадо северных оленей разбегается по спирали. Молекула ДНК закручена двойной спиралью. Гете называл спираль «кривой жизни». Среди придорожных трав растет ничем не примечательное растение – цикорий. Приглядимся к нему внимательно (рис. 10). От основного стебля образовался отросток. Тут же расположился первый листок.

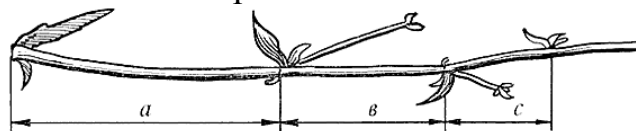


Рис. 10. Пропорции золотого сечения в отростке растения

Отросток делает сильный выброс в пространство, останавливается, выпускает листок, но уже короче первого, снова делает выброс в пространство, но уже меньшей силы, выпускает листок еще меньшего размера и снова выброс.

Если первый выброс принять за 100 единиц, то второй равен 62 единицам, третий – 38, четвертый – 24 и т.д. Длина лепестков тоже подчинена золотой пропорции. В росте, завоевании пространства растение сохраняло определенные пропорции. Импульсы его роста постепенно уменьшались в пропорции золотого сечения.

В ящерице с первого взгляда улавливаются приятные для нашего глаза пропорции – длина ее хвоста так относится к длине остального тела, как 62 к 38 (рис. 11).

И в растительном, и в животном мире настойчиво пробивается формообразующая тенденция природы – симметрия относительно направления роста и движения. Здесь золотое сечение проявляется в пропорциях частей перпендикулярно к направлению роста.

Природа осуществила деление на симметричные части и золотые пропорции. В частях проявляется повторение строения целого.

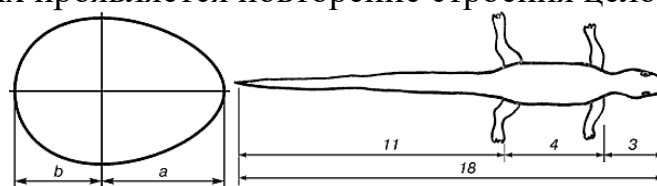


Рис. 11. Пропорции золотого сечения в животном мире

Все названные выше типы симметрии встречаются в произведениях материальной культуры человечества. Орнаменты, «золотое сечение» в искусстве, музыке.

Глаз и организм человека устает быстрее при восприятии простого ритма (сейчас это называют антиэкологичным). «Золотым сечением» глаз наслаждается.

В эпоху Возрождения «золотое сечение» становится главным эстетическим принципом.

«Золотое сечение» существует и в музыке: благозвучные интервалы и аккорды имеют соотношение частот, близкое к числу Ф. Кульминация мелодии часто приходится на точку «золотого сечения» ее общей продолжительности.

Полагают, что высокая эстетичность «золотого сечения» заключается в том, что в нем отражается воспринимаемая на образно-эмоциональном уровне основа бытия телесного составляющего целостной Природы.

Интересным примером симметрии в музыке служит «зеркальный канон» В.А. Моцарта. Пьеса играется сначала до конца, после чего ноты переворачиваются кверху ногами, и музыка исполняется вновь – в обратную сторону. Причем оказывается, что мелодия совсем не изменилась. Финала у пьесы нет и быть не может – конец странички является сигналом к тому, чтобы ее перевернуть и начать все сначала. И.С. Бах также использовал симметрию в своих произведениях. Величайший музыкальный гений использовал зеркальное отражение. При этом, начиная от зеркальной плоскости, ноты проигрываются в обратном направлении. И даже больше: если вырезать ноты в виде ленты, и склеить в виде кольца Мёбиуса – музыка останется той же.

Человеческое творчество во всех своих проявлениях тяготеет к симметрии. На этот счёт хорошо высказался известный французский архитектор

Ле Корбюзье, в своей книге «Архитектура XX века» он писал: «Человеку необходим порядок: без него все его действия теряют согласованность, логическую взаимность. Чем совершеннее порядок, тем спокойнее и увереннее чувствует себя человек. Он делает умозрительные построения, основываясь на порядок, который продиктован ему потребностями его психики, это творческий процесс. Творчество есть акт упорядочения».

Прекрасные образцы симметрии демонстрируют произведения архитектуры. Общие планы зданий, архитектура фасадов, оформление внутренних помещений, орнаменты, карнизы, колонки, потолки можно описать той или иной группой симметрии.

Соблюдается симметрия и в поэзии – через повторение одинаковых частей. Стихотворный размер также почти всегда симметричен из-за чередования ударных и безударных звуков. Также в литературных произведениях существует симметрия образов, положений, мышления. Например, симметрия положений «Евгения Онегина» А.С. Пушкина: когда-то отвергнувший любовь Татьяны, Онегин через несколько лет сам становится отвергнутым.

Занятие 13. Биологические ритмы в природе

Вызов

Студентам демонстрируются ключевые слова, связанные с темой занятия:

- 1729 год
- Жан-Жак де Меран (демонстрация портрета, Приложение 15)
- Гелиотроп *Mimosa pudica*
- Биологические часы
- Хронобиология
- Ультра- и инфраниантные ритмы

Преподаватель предлагает на основе данных ключевых слов составить рассказ. Работа может выполняться в парах или группах. После выполнения задания студенты зачитывают перед аудиторией получившиеся истории.

Осмысление

На данной стадии сначала демонстрируется фрагмент видеоролика «Сон и биоритмы» (URL: <https://postнаука.ru/video/71184>), где рассказывается история возникновения хронобиологии и открытия французским учёным XVIII века де Мераном циркадианных ритмов у мимозы стыдливой.

Далее студентам раздаётся текст для прочтения (Приложение 16) о различных видах биологических ритмов и их основных характеристиках. Студенты также получают бланки для заполнения таблицы (Приложение 17), где они должны систематизировано представить информацию о биоритмах в виде указанных пунктов. В качестве примера в таблице частично заполнена информация о суточном ритме. Работа проходит в группах. После выполнения задания по желанию студенты презентуют заполненные таблицы перед аудиторией.

Рефлексия

Используется стратегия «РАФТ» – вид творческой письменной работы, предполагающей проведение учащихся (студентов) через процедуру «Роль - Аудитория - Форма – Тема» (РАФТ) [1, с. 40].

Шаги стратегии РАФТ:

1. Выбор темы.
2. Выбор роли. Роль (кто?) – Кто Вы? Какую роль будете играть? От чьего имени будет создаваться текст?
3. Выбор аудитории. Аудитория (кому?) – Кому Вы будете рассказывать? К кому обращена Ваша речь? Кто адресат? Какой аудитории адресован текст? Каковы особенности этой аудитории?
4. Выбор формы. Форма (как? в какой форме?) – Как Вы будете говорить? Какие подберете слова и выражения? Каким будет тон рассказа?
5. Тема (о чем?) – О чем конкретно Вы будете говорить? Что Вы будете рассказывать?

6. *Написание эссе.*

7. *Чтение заметок на аудиторию.*

Список использованной литературы

1. Грудзинская Е.Ю., Мариико В.В. Активные методы обучения в высшей школе. Учебно-методические материалы. Нижний Новгород. 2007. 182 с. URL: <http://www.unn.ru/pages/issues/aids/2007/88.pdf>. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)
2. Степановских А.С. Экология. Учебник для вузов. М.: Юнити-Дана, 2001. - 703 с.
3. Швец И.М., Краснодубская С.В. Активные формы обучения в преподавании курса «Концепции современного естествознания»: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород. 2010. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/current_science.pdf. (Дата обращения: 10.10.2018 г.)
4. Швец И.М. Системность как способ экологизации школьного естественнонаучного образования. Нижний Новгород: Нижегородский гуманитарный центр. 2001. 212 с.

Приложение 15

Жан-Жак де Меран



Из [2, с. 437-450]:

Биологические ритмы

Внешние ритмы

Внешние ритмы имеют географическую природу, связаны с вращением Земли относительно Солнца и Луны относительно Земли (рис. 13).

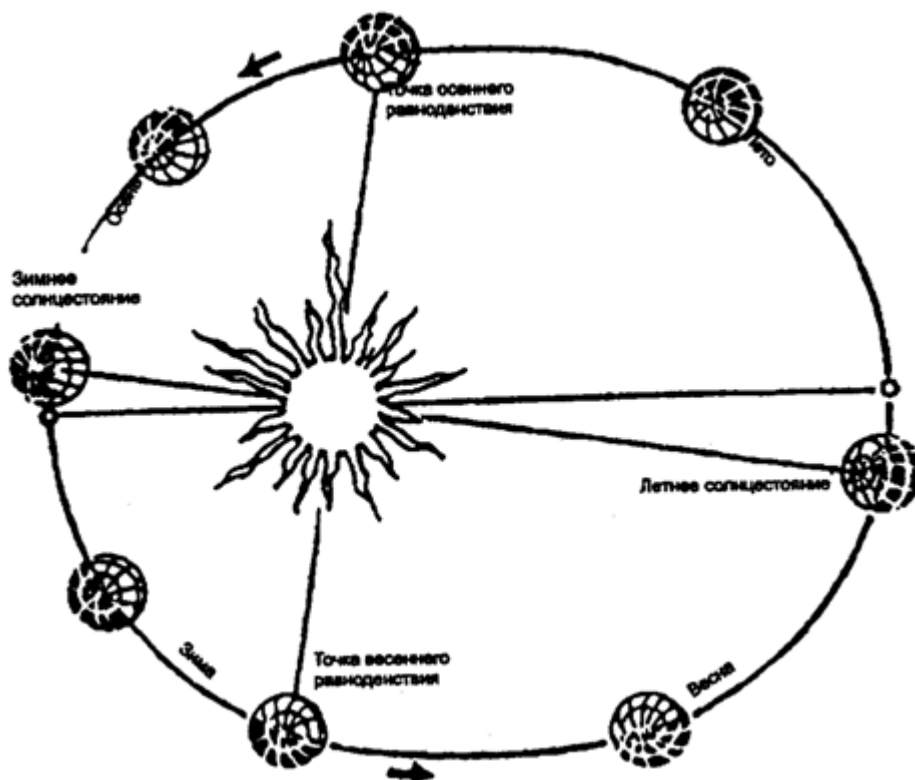


Рис. 13. Путь Земли вокруг Солнца

Множество экологических факторов на нашей планете, в первую очередь световой режим, температура, давление и влажность воздуха, атмосферное электромагнитное поле, морские приливы и отливы и др. под влиянием этого вращения закономерно изменяются. На живые организмы воздействуют и такие космические ритмы, как периодические изменения солнечной активности. Для Солнца характерен 11-летний и целый ряд других циклов. Существенное влияние оказывают на климат нашей планеты изменения солнечной радиации. Помимо циклического воздействия абиотических факторов внешними ритмами для любого организма являются и закономерные изменения активности, а также поведение других живых существ.

Внутренние, физиологические, ритмы

Внутренние, физиологические, ритмы возникли исторически. Ни один физиологический процесс в организме не осуществляется непрерывно. Обнаружена ритмичность в процессах синтеза ДНК и РНК в клетках, в синтезе белков, в работе ферментов, деятельности митохондрий. Деление клеток, сокращение мышц, работа желез внутренней секреции, биение сердца, дыхание,

возбудимость нервной системы, т. е. работа всех клеток, органов и тканей организма подчиняется определенному ритму. Каждая система имеет свой собственный период. Действиями факторов внешней среды изменить этот период можно лишь в узких пределах, а для некоторых процессов практически невозможно. Данную ритмику называют *эндогенной*.

Внутренние ритмы организма соподчинены, интегрированы в целостную систему и выступают в конечном итоге в виде общей периодичности поведения организма. Организм как бы отсчитывает время, ритмически осуществляя свои физиологические функции. Как для внешних, так и для внутренних ритмов наступление очередной фазы прежде всего зависит от времени. Отсюда время выступает как один из важнейших экологических факторов, на который должны реагировать живые организмы, приспособляясь к внешним циклическим изменениям природы.

Изменения в жизнедеятельности организмов нередко совпадают по периоду с внешними, географическими циклами. Среди них такие, как адаптивные биологические ритмы – суточные, приливо-отливные, равные лунному месяцу, годовые. Самые важные биологические функции организма (питание, рост, размножение и т. д.) благодаря им совпадают с наиболее благоприятными для этого времени суток и года.

Суточный режим. Дважды в сутки, на рассвете и на закате, активность животных и растений на нашей планете меняется так сильно, что приводит нередко к практически полной, образно выражаясь, смене «действующих лиц». Это так называемый суточный ритм, обусловленный периодическим изменением освещенности из-за вращения Земли вокруг своей оси. В зеленых растениях фотосинтез идет только в светлое (дневное) время суток. У растений нередко открывание и закрывание цветков, поднятие и опускание листьев, максимальная интенсивность дыхания, скорость роста coleoptilya и др. приурочены к определенному времени суток (рис. 14).

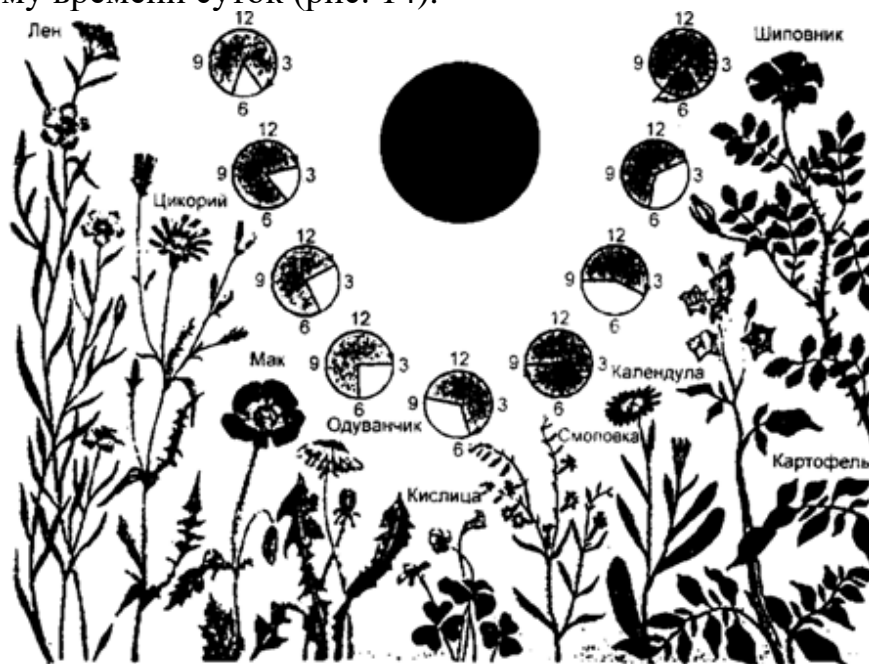


Рис. 14. Цветочные часы (*Примечание: в кружках показано примерное время открывания и закрывания цветков у разных растений*)

Некоторые виды животных активны лишь при солнечном свете, другие, напротив, его избегают. Различия между дневным и ночным образом жизни – явление сложное, и связано оно с разнообразными физиологическими и поведенческими адаптациями, которые выработаны в процессе эволюции. Млекопитающие обычно более активны ночью, но существуют и исключения, например, человек: зрение человека, так же, как и человекообразных обезьян, приспособлено к дневному свету. Свыше 100 физиологических функций, затронутых суточной периодичностью, отмечено у человека: сон и бодрствование, изменение температуры тела, ритма сердечных сокращений, глубины и частоты дыхания, объема и химического состава мочи, потоотделения, мышечной и умственной работоспособности и т.д. Таким образом, большинство животных подразделяется на две группы видов – *дневную* и *ночную*, практически не встречающиеся друг с другом.

Дневные животные (большая часть птиц, насекомых и ящериц) на закате солнца отправляются спать, а мир заполняют ночные животные (ежи, летучие мыши, совы, большинство кошачьих, травяные лягушки, тараканы и др.). Имеются виды животных с приблизительно одинаковой активностью как днем, так и ночью, с чередованием коротких периодов покоя и бодрствования. Такой ритм называют *полифазным* (ряд хищников, многие землеройки и т. д.).

Суточный ритм четко прослеживается в жизни обитателей крупных водных систем – океанов, морей, больших озер. Зоопланктон ежедневно совершает вертикальные миграции, поднимаясь к поверхности на ночь и опускаясь днем.

У многих животных суточная периодичность не сопровождается существенными отклонениями физиологических функций, а проявляется в основном изменениями двигательной активности, например, у грызунов. Наиболее четко физиологические сдвиги в течение суток можно проследить у летучих мышей. В период дневного покоя летом многие из летучих мышей ведут себя как пойкилотермные животные. Температура их тела в это время практически совпадает с температурой среды. Пульс, дыхание, возбудимость органов чувств резко понижены. Для взлета потревоженная летучая мышь долго разогревается за счет химической теплопродукции. Вечером и ночью – это типичные гомойотермные млекопитающие с высокой температурой тела, активными и точными движениями, быстрой реакцией на добычу и врагов.

Месячный (лунный) ритм. Кроме Земли и Солнца, есть еще одно небесное тело, движение которого заметно сказывается на живых организмах нашей планеты, – это Луна. У самых различных народов существуют приметы, говорящие о влиянии Луны на урожайность сельскохозяйственных культур, естественных лугов и пастбищ, поведение человека и животных. *Периодичность, равная лунному месяцу*, в качестве эндогенного ритма выявлена как у наземных, так и водных организмов. В приуроченности к определенным фазам Луны периодичность проявляется в роении ряда комаров-хирономид и поденок, размножении японских морских лилий и многощетинковых червей палоло (*Eunice viridis*). Так, в необычном процессе размножения морских многощетинковых червей палоло, которые обитают в

коралловых рифах Тихого океана, роль часов играют фазы Луны. Половые клетки червей созревают раз в год примерно в одно и то же время – в определенный час определенного дня, когда Луна находится в последней четверти. Задняя часть тела червя, набитая половыми клетками, отрывается и всплывает на поверхность. Яйца и сперма выходят наружу, и происходит оплодотворение. Верхняя половина тела, оставшаяся в норе кораллового рифа, к следующему году снова наращивает нижнюю половину с половыми клетками. Периодическое изменение интенсивности лунного света в течение месяца влияет на размножение и других животных. Начало двухмесячной беременности гигантских лесных крыс Малайзии обычно приходится на полнолуние. Не исключено, что яркий лунный свет стимулирует зачатие у этих ночных животных.

Периодичность, равная лунному месяцу, выявлена у ряда животных в реакции на свет и слабые магнитные поля, в скорости ориентации. Высказывается мнение, что на полнолуние приходятся периоды максимальной эмоциональной приподнятости у людей; 28-дневный менструальный цикл женщин, возможно, унаследован от предков млекопитающих, у которых синхронно со сменой фаз Луны менялась и температура тела.

Приливо-отливные ритмы. Влияние Луны прежде всего сказывается на жизни водных организмов морей и океанов нашей планеты, связано с приливами, которые обязаны своим существованием совместному притяжению Луны и Солнца. Движение Луны вокруг Земли приводит к тому, что существует не только суточная ритмика приливов, но и месячная. Максимальной высоты приливы достигают примерно раз в 14 дней, когда Солнце и Луна находятся на одной прямой с Землей и оказывают максимальное воздействие на воды океанов. Сильнее всего ритмика приливов сказывается на организмах, обитающих в прибрежных водах. Чередование приливов и отливов для живых организмов здесь важнее, чем смена дня и ночи, обусловленная вращением Земли и наклонным положением земной оси. Этой сложной ритмике приливов и отливов подчинена жизнь организмов, обитающих в первую очередь в прибрежной зоне. Так, физиология рыбки-грунина, обитающей у побережья Калифорнии, такова, что в самые высокие ночные приливы они выбрасываются на берег. Самки, зарыв хвост в песок, откладывают икру, затем самцы оплодотворяют ее, после чего рыбы возвращаются в море. С отступлением воды оплодотворенная икра проходит все стадии развития. Выход мальков происходит через полмесяца и приурочен к следующему высокому приливу.

Сезонная периодичность относится к числу наиболее общих явлений в живой природе. Непрерывающаяся смена времени года, обусловленная вращением Земли вокруг Солнца, всегда восхищает и поражает человека. Весной все живое пробуждается от глубокого сна, по мере того как тают снега и ярче светит солнце. Лопаются почки и распускается молодая листва, молодые зверята выползают из нор, в воздухе снуют насекомые и вернувшиеся с юга птицы. Смена времен года наиболее заметно протекает в зонах умеренного климата и северных широтах, где контрастность метеорологических условий разных сезонов года весьма значительна. Периодичность в жизни животных и растений

является результатом приспособления их к годичному изменению метеорологических условий. Она проявляется в выработке определенного ежегодного ритма в их жизнедеятельности, согласованного с метеорологическим ритмом. Потребность в пониженных температурах в осенний период и в тепле в период вегетации означает, что для растений умеренных широт имеет значение не только общий уровень тепла, но и определенное распределение его во времени. Так, если растениям дать одинаковое количество тепла, но по-разному распределенного: одному теплое лето и холодную зиму, а другому соответствующую постоянную среднюю температуру, то нормальное развитие будет только в первом случае, хотя общая сумма тепла в обоих вариантах одинакова.

Потребность растений умеренных широт в чередовании в течение года холодных и теплых периодов получила название *сезонного термопериодизма*.

Нередко решающим фактором сезонной периодичности является увеличение продолжительности дня. Продолжительность дня меняется на протяжении всего года: дольше всего солнце светит в день летнего солнцестояния в июне, меньше всего – в день зимнего солнцестояния в декабре.

У многих живых организмов имеются специальные физиологические механизмы, реагирующие на продолжительность дня и в соответствии с этим изменяющие их образ действий. Например, пока продолжительность дня составляет 8 ч, куколка бабочки-сатурнии спокойно спит, так как на дворе еще зима, но как только день становится длиннее, особые нервные клетки в мозге куколки начинают выделять специальный гормон, вызывающий ее пробуждение.

В природе наблюдается кроме суточных и сезонных ритмов **многолетняя периодичность** биологических явлений. Она определяется изменениями погоды, закономерной ее сменой под влиянием *солнечной активности* и выражается чередованием урожайных и неурожайных лет, лет обилия или малочисленности популяций (рис. 15).

Д. И. Маликов за 50 лет наблюдений отметил пять крупных волн изменений поголовья скота или столько, сколько было солнечных циклов (рис. 16). Такая же связь проявляется в цикличности изменений удоев молока, годовом приросте мяса, шерсти у овец, а также в других показателях сельскохозяйственного производства.

Периодичность изменений свойств вируса гриппа связывают с солнечной активностью.

Согласно прогнозу, после относительно спокойного по гриппу периода начала 80-х гг. XX в. с 2000 г. ожидается резкое усиление интенсивности его распространения.

Различают 5-6- и 11-летние, а также 80-90-летние или вековые циклы солнечной активности. Это позволяет в какой-то мере объяснить совпадения периодов массового размножения животных и роста растений с периодами солнечной активности.

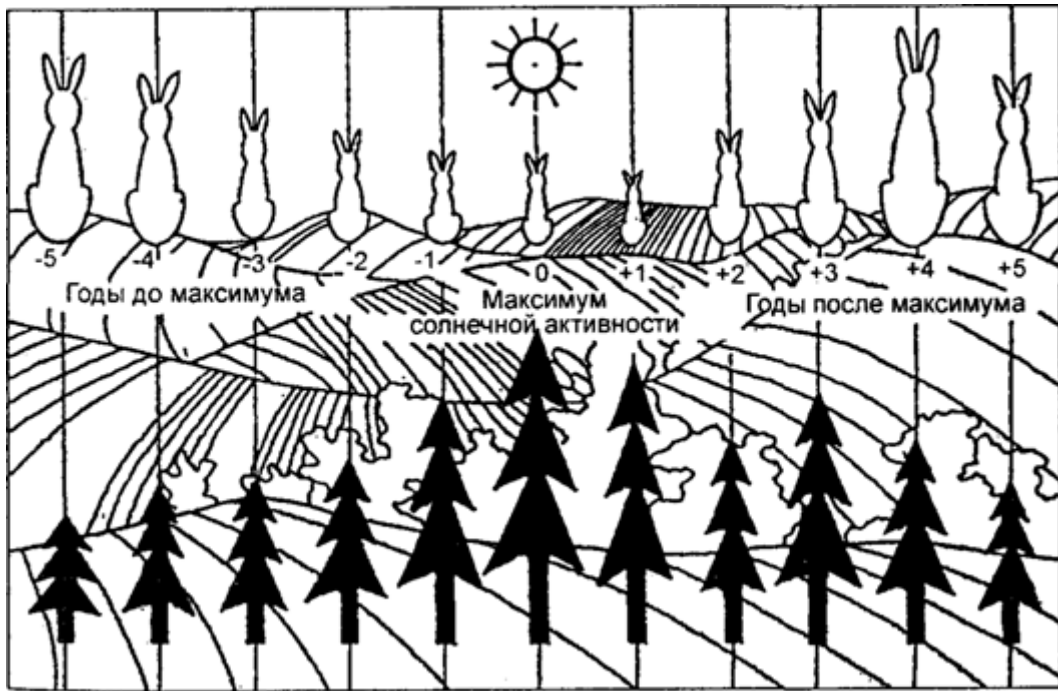


Рис. 15. Принципиальная схема прироста леса и размножения животных (зайца-беляка) в разные годы солнечного цикла (по Стетсену)

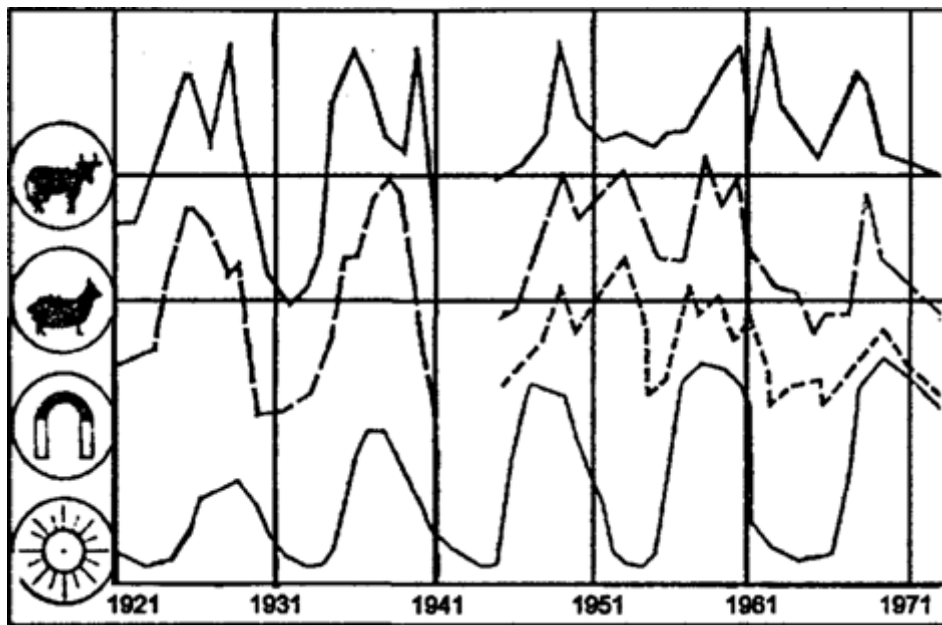


Рис. 16. Изменения поголовья мелкого рогатого скота и коров в связи с колебаниями магнитной и солнечной активности (по Д. И. Маликову)

[3, с. 65]: **Природные циклы**, проявляющиеся на экосистемном уровне организации, повторяются через 1850 лет, когда Земля и Луна оказываются в одной плоскости и на одной прямой. Одновременно Земля подходит ближе к Солнцу, а Луна – к Земле. При этом происходят колебания климата. Силы тяготения достигают максимума. Суточное вращение Земли получает дополнительное ускорение, возрастают центробежные силы. В океанах происходит наибольшее нарушение равновесия водных масс, возникают

крупномасштабные внешние и внутренние приливные волны, течения, круговороты. Меняется циркуляция атмосферы Земли. Последнее влечет изменение климата. А изменение климата вызывает изменения в экосистемах.

Основные параметры и характеристики биоритмов (А. Печерин, 1998, цит. по И.М. Швец, 2001)

Название ритма	Обусловленность ритма	Абиотические характеристики ритма	Проявления ритма	Проявления в жизнедеятельности биообъектов
Суточный	Притяжение Луны и Солнца. Вращение Земли вокруг оси	Сутки. Смена дня и ночи	Смена дня и ночи. Меняется приток солнечной энергии в различных участках Земли	Сон и активная деятельность большинства организмов. Различная активность в функционировании органов
Лунный				
Месячный				
Сезонный (годовой)				
11-летний цикл солнечной активности				
Природные				

Занятие 14. Культурно-исторический компонент понятия «биоритм»: социальное время

Вызов

В начале занятия студентам демонстрируется цитата Н.А. Агаджаняна [1, с. 91]:

«Ритмы всюду. И поразительным их средоточием является человек разумный – самый высший продукт живой материи. Он не только пронизан ритмами природы, он сам сотворяет новые ритмы, преображающие лик его колыбели, и, кто знает, впоследствии, может быть, лик окружающего нас космоса. Это не только волнующее, но и ответственное деяние. По замечанию одного из пионеров ракетной техники академика В.П. Глушко, обильно политая потом и кровью наша родная планета усилиями и волей грядущих поколений должна быть превращена в заповедник и сохранена как жемчужина космоса, ибо другой такой Земли не существует. Именно поэтому мы, люди, каждый из нас обязан бережно относиться к нашей общей родине – маленькому космическому кораблю, летящему в необъятных просторах Вселенной.

Всюду ритмы... Понять их сущность – значит глубже проникнуть в закономерности бытия природы и человека. Значит повысить эффективность регулирования жизненными процессами, полнее использовать адаптационные резервы нашего организма к все ускоряющимся темпам научно-технического и социального прогресса. Значит согласовать динамичность развития био- и техносферы в мощном порыве рождающейся ноосферы».

Далее преподаватель задаёт в аудитории вопросы:

1) Как вы думаете, о каких «новых ритмах, преображающих лик колыбели человека» говорит автор цитаты?

2) Назовите любые временные отрезки (временные рамки) или связанные с временем события, позволяющие проследить определенную ритмичность и цикличность в культурной жизни человечества и/или историческом развитии социума.

3) Как вы понимаете, что такое социальное время? циклы социального времени?

4) Как вам кажется, какие свойства присущи социальному времени?

Студенты отвечают на вопросы, преподаватель фиксирует озвученные ответы на доске.

Осмысление

Студентам раздаётся фрагмент статьи В.П. Демидова «Социальное время: некоторые свойства» [2] (Приложение 18). Используется приём «ИНСЕРТ» (чтение с пометками), студенты обозначают позиции, которые:

- были ранее известны (+),
- стали неожиданными и интересными (V),
- противоречат личным представлениям (?),
- остались неясными, возникло желание узнать больше (!).

После прочтения студенты возвращаются к вопросам, заданным в начале занятия, идёт уточнение и дополнение ответов.

Рефлексия

Используется приём «Ромашка Блума». Студенты объединяются в группы по 6 человек, и каждому члену группы достаётся один «лепесток» с определённым типом вопроса, который студент должен придумать и задать своей группе. Согласно таксономии когнитивных уровней Блума выделяют:

- 1) Простые вопросы (Что?.. Где?.. Когда?..)*
- 2) Уточняющие вопросы (Правильно ли я понял, что...?)*
- 3) Вопросы-интерпретации (Почему...?)*
- 4) Оценивающие вопросы (Как вы отнеслись к...?)*
- 5) Творческие вопросы (Что будет, если...?)*
- 6) Практические вопросы (Как можно применить...?)*

Таким образом, с помощью вопросов и обсуждения в группах усваивается материал занятия. Если в группах студенты не нашли ответов в ходе обсуждения, вопросы выносятся на всеобщее обсуждение.

Список использованной литературы

- 1. Агаджанян Н.А. Человек и биосфера. М.: Знание, 1987. 96 с.*
- 2. Демидов В.П. Социальное время: некоторые свойства // Вестник БГУ. 2010. №6. С. 61-65.*

СОЦИАЛЬНОЕ ВРЕМЯ: НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА

В статье рассматриваются важнейшие параметры социального времени, характеризующие его с различных сторон. Подчеркивается объективная взаимосвязь социального времени с бытием общества. Анализируется проявление свойств социального времени в контексте их воплощения в реалиях действительности.

Ключевые слова: Социальное время, процесс, свойства социального времени, общество, ритм времени, цикличность социального времени.

<...> Многие социальные события обусловлены ритмичностью времени и поддаются прогнозированию на довольно значительное количество лет. Ритмы социального времени непрерывно действуют в течение всей истории человеческого общества. Они, как волны мирового океана, то поднимают на гребень какие-то социальные феномены и явления, то ниспровергают их в общественной жизни, вуалируя их от глаза исследователя.

Социальные события только на первый взгляд происходят хаотично, вне связи с временной составляющей развития общества. События и факты истории человечества выстраиваются в определенную последовательность и, будучи тесно связаны с ритмичной структурой социального времени, обеспечивают всю полноту и богатство социальной жизни общества. Ритмичность социального времени проявляется еще в том, что это качество присуще только живому, т.е. как обществу в целом, так и отдельному человеку. В неживой природе ритмичность времени имеет совершенно иной характер. Оно не подвержено воздействию социальных законов.

Именно в ритмичности социальных событий и явлений проявляются свойства человеческого бытия, которые являются не только бытием материального, но и бытием духовного. «Можно предположить, что цикл развития, задающий своеобразный метр глобального исторического ритма, предполагает сначала преобладание интенсивной стратегии (эпоха культуры), которая, принимая превращенные формы, приводит к преобладанию экстенсивной стратегии (эпоха цивилизации)» [2, с.156]. Ритмичность времени придает социальной действительности особую целостность и гармоничность. Жизнь общества и отдельного человека в ритмах социального времени получает возможность наиболее полно проявить то особенное, что присуще обществу как сложнейшему феномену сознательной деятельности людей, и то характерное, что присуще жизнедеятельности отдельного индивидуума. Ритмичность социального времени упорядочивает все эти проявления. Ритм – это то, что лежит в основе всего живого, и ритмичность социального времени наглядное тому подтверждение.

Одновременно с ритмичностью социального времени другой его важнейшей стороной является цикличность. Недаром в античной философии господствующее положение занимала идея о цикличности всех событий в жизни не только природы, но и общества. Цикличность представляет повторяемость событий и явлений, свойственных для общественных процессов и для процессов жизнедеятельности отдельного индивидуума. Это отчетливо прослеживается в развитии культуры человеческого общества. «Достаточно вспомнить хорошо известную и едва ли не самую популярную в культур-философской области традицию рассматривать эволюцию культуры как циклическую переменку конкретных, отдельных, наделенных той или иной автономией, образований. Н.Я. Данилевским, О. Шпенглером, А. Тойнби, П.А. Сорокиным, Л.Н. Гумилевым и др. сделаны некоторые весьма точные наблюдения относительно метроритмических колебаний масштабных культурных монолитов. <...> Культура, так же, как и другие системы, пульсирует, формируя определенные циклы» [3, с.174].

Циклы жизни человека и общества имеют более определенные и конкретизируемые границы, которые находят свое воплощение в количественных характеристиках того или иного периода времени. Они обычно выражаются в тысячелетиях, столетиях, десятилетиях, годах и более мелких отрезках времени. Цикличность времени предполагает какую-то законченность процесса или явления, а затем его повторяемость через определенный промежуток времени. В социальной жизни общества всегда имела и имеет важное значение цикличность, обусловленная различными временами года.

В различных культурах четко просматриваются циклы социального времени, обусловленные астрономическими факторами. Например, в культурах Востока до настоящего времени весьма значимое место занимает цикличность, обусловленная лунным календарем. Цикличность социального времени четко просматривается в недельных циклах, что особенно свойственно культуре европейских стран, где социальное время делится на время труда и время отдыха, которое строго регламентировано и является весьма значимой социальной нормой. Сутки, являясь наглядным воплощением циклического характера социального времени, по своей природе тесно связаны с физическим временем и одно-

временно структурируют деятельность человеческого общества, создавая границы для реализации как отдельным человеком, так и социумом в целом своих возможностей и потребностей.

Социальное время является мерой изменчивости общественных процессов, исторически возникающих преобразований в жизни людей. Структурированность времени предполагает его размерность, связанность, последовательность, направленность. В социальном времени часто имеются определенные точки отсчета, с которыми человеческое общество связывает начало тех или иных исторических эпох или периодов жизнедеятельности целых социумов, этносов, народов. Например, историческая дата рождения Иисуса Христа, основателя одного из мировых религиозных учений, считается началом летоисчисления новой эры. Хотя сама по себе эта точка отсчета имеет условный

характер. В истории многих стран и народов можно обнаружить множество подобных исторических дат, которые обозначают начало определенного периода времени развития того или иного социального процесса.

В социальном времени четко выступают различные эпохи жизни общества, характеризующиеся существенной неодинаковостью исторических, культурных, производственных и других черт человеческого бытия. Эпоха как понятие несет в себе самые разные смыслы. В них заключаются представления человеческого общества о наиболее важных чертах социального бытия. Эпоха является определенным отрезком истории развития человечества, в котором наиболее ярко высвечиваются объективные сущностные характеристики данного периода человеческой жизнедеятельности. В определенную эпоху во всемирной истории превалируют какие-то конкретные доминирующие признаки в социальной, производственной, духовной сферах бытия людей.

Социальное время в своей периодичности всегда связано, и в нем не наблюдается разрывов. Социальные процессы, даже претерпевая значительные изменения, своими элементами в любом случае обеспечивают неразрывность одного этапа деятельности общества с другим. Эта связанность социальных форм между собой находит свое выражение и в свойствах социального времени.

Одним из важнейших свойств социального времени является его направленность. Социальное время невозможно повернуть вспять. Оно необратимо. Нельзя вернуться в прошлое. Дни следуют друг за другом, неумолимо уменьшая оставшуюся жизнь.

В структуре социального времени четко проявляется линейный характер. Говоря о линейности социального времени, мы можем сделать вывод также о наличии в социальном времени как компоненте его структуры периодичности. Периодичность социального времени – неотъемлемое свойство времени бытия как общества в целом, так и отдельного человека.

Под периодом в Древней Греции понимали определенный круг времени, характеризующийся тождественностью, неизменностью бытия общества. Периодом социального времени называется такой временной отрезок, в течение которого основные параметры социальной реальности общества на определенном этапе его исторического развития являются неизменными, или изменения в социальной структуре общества очень незначительные и не влияют на основные черты, присущие социуму в ту или иную историческую эпоху.

Течению социального времени свойственна неравномерность. Данный признак заключается в том, что в разные периоды бытия общества события, явления, процессы существенно отличаются друг от друга, темп течения социального времени постоянно меняется, происходит ускорение или замедление процессов социально-временного характера. В периодах жизнедеятельности человеческого общества, начиная с первоначальных этапов и заканчивая современностью, проявляется закономерность в движении социального времени, возрастание событийной напряженности, своеобразной плотности происходящих перемен в масштабах одинаковых временных интервалов. В существовании человека становится более ценным и важным каждый миг социального времени.

Стремление человеческого общества к более высокой ступени темпоральности социального бытия приводит к тому, что движение социального времени убыстряется. Люди, захваченные потоком событий, не замечают калейдоскопической смены временных интервалов. Здесь зиждется объективный парадокс: чем активней и насыщенней деятельность социума, тем быстрее несутся часы, дни, месяцы, годы. Аналогичная быстрота смены событий, явлений, процессов свойственна бытию человеческого общества сравнительно редко и была нехарактерна для жизни людей в прошлом. При достижении определенного предельного значения темпоральных сторон социального бытия течение социального времени стабилизируется, его скорость будет оптимально сочетаться с разнообразными социальными процессами.

Течение социального времени в масштабах всего человечества, если представить его в виде своеобразного потока, охватывающего социальное пространство бытия многих этносов, социальных общностей, народов, наций, объединяет социальные потоки времени, присущие бытию указанных сообществ. Невозможно, чтобы многочисленные народы и нации нашей планеты находились на одном уровне социального развития. Начиная со стадии первобытнообщинного строя племена людей естественно отличались друг от друга по уровню социального бытия, на степень развитости социальных отношений мощное влияние оказывали условия природной среды.

Движение социального времени разнообразных племен и их объединений не совпадало по параметрам. Одни первобытные племена в несколько тысяч лет переходили из одного периода социального времени в другой. Наряду с ними первобытные коллективы, находившиеся в благоприятных природных условиях, не стимулировавших движение первобытных сообществ в направлении социального прогресса, пребывали длительные промежутки времени на данных стадиях социального бытия: «В известном смысле время у них остановилось, в системе не происходит ничего существенного, ничего нового, все возникающие функции затухают. Возникновение в этой системе неравновесности может рассматриваться как возобновление течения местного времени» [4, с. 244].

В историческую эпоху жизнедеятельности людей различия в скорости движения социального времени стали более наглядными. За несколько тысячелетий до новой эры возникали древние государства в долине Нила, а затем в Месопотамии. Их окружали этносы, народы, племена, существенно отличавшиеся по уровню социального бытия. Древние египтяне, а затем шумеры, перейдя на более высокую стадию социального бытия, оказались в качественно ином периоде социального времени. В возникших центрах цивилизации течение социального времени ускорилося. В первых древнейших государствах создавалась историческая хронология наиболее важных событий. Разрабатывалась письменность, возникали города, в которых сосредоточивались значительные массы населения. Жизнедеятельность людей получила более зримую социальную направленность. Указанные изменения привели к более интенсивному и быстрому росту событий, явлений.

В одни и те же промежутки времени в древних центрах цивилизации члены общества совершали такое количество социальных действий, которое

существенно превосходило уровень социальной активности племен, этносов, народов, стоявших на доисторической ступени развития. Темпы социального прогресса ощутимо влияли на движение социального времени. Коллективная социальная энергия населения древнейших государств концентрировалась на важнейших направлениях жизнедеятельности социума, подталкивала нарастающую по темповой содержательности цепь событий и явлений в социальном бытии: «Если конкретная страна опережает другие, то она и становится классической, показывая отставшим картину будущего» [5, с.91].

В древнейших государствах течение социального времени связывалось с последовательностью сезонных сельскохозяйственных работ, длительностью строительства грандиозных пирамид, время получило более или менее четкую размерность, возникали представления о его ценности.

Социальное время получало определенную направленность в сторону достижения более высокого уровня социального развития этносов, народов. В течение социального времени возникла перспектива перехода человечества из его настоящего, обремененного всевозможными трудностями и проблемами, в грядущее, в котором люди добивались социально комфортных условий. Темп движения социального времени, будучи тесно связан с бытием общества, воспринимал воздействие тенденций по усложнению социального бытия общества, возрастанию его многообразия и разносторонности и постепенно менял свои параметры. Вовлечение значительного числа людей в общественные процессы создавало благоприятную основу для происходящих перемен в социальном бытии и влекло более высокую вероятность прогрессивных тенденций в течение времени.

Возрастание темпа движения социального времени воплощало потребность человечества в более быстром изменении условий социального бытия. Количество древних государств возрастало, их влияние на окружающие этносы, народы и племена росло. Если на начальном этапе становления классового общества было всего два центра цивилизации: в Древнем Египте и Месопотамии, то затем возникают обширные государства в Индии, в Китае, на Ближнем и Среднем Востоке, воздействие которых на окружающий мир усилилось. Возникновение значительного количества центров цивилизации знаменовало переход человечества в новую эпоху социального времени, формирования рабовладельческого строя и становления классового общества. Таким образом, социальное время в качестве процесса, несущего изменение в жизнь человеческого общества, характеризуется следующими параметрами: ритмичностью, цикличностью, размерностью, последовательностью, направленностью, периодичностью, неравномерностью.

Все указанные параметры взаимосвязаны друг с другом, и их проявление воплощается в конкретных событиях и фактах социального бытия общества.

Социальное время, представляя собой сложнейшее явление, постоянно и тотально воздействует на разнообразные стороны жизнедеятельности людей, придавая им уникальность и неповторимость.

Литература

Новейший философский словарь: 2-е изд. Минск: Интерпрессервис; Книжный дом. 2001. 1280 с.

Пигров К.С. Человек осциллирующий: к исследованию контрапункта социального развития // Социальная аналитика ритма: сб. материалов конф. СПб.: Изд-во С.-Петербург. филос. общ-ва, 2001. 240 с.

Соколов Е.Г. Сглаженная аритмия // Социальная аналитика ритма: сб. материалов конф. СПб.: Изд-во С.-Петербург. филос. общ-ва, 2001. С.173-180.

Костюк В.Н. Системное пространство – время // Системное исследование. 1989-1990. М., 1990. С.231-264.

Бенедиктов Н.А. Исторический процесс: единство и многообразие. Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1988. 183 с.

Занятие 15. Биологическая неграмотность: проблема взаимодействия био- и техносферы

Вызов

На стадии вызова преподаватель выписывает на доску ключевые словосочетания, относящиеся к теме занятия:

- Научно-технический прогресс
- Биологическая неграмотность
- Точка бифуркации
- Кризис мировоззрения
- Современный уровень научного знания
- Реформа образования
- Сфера науки и образования

Студентам предлагается, работая в парах или группах, составить несколько фраз-предложений, содержащих данные ключевые словосочетания. Предложения преподаватель фиксирует на доске.

Осмысление

Далее студенты работают в группах по стратегии решения проблем «ИДЕАЛ» [1, с. 69]:

Предположим, что проблема обозначена – в явном или неявном виде.

И – идентифицируйте проблему.

Опишите проблему, в чем она состоит, на Ваш взгляд?

Д – давайте в группе сформулируем проблему в виде вопроса.

В группе сформулируйте проблему в виде вопроса. Начинаться вопрос должен со слова КАК. При его формулировке запрещается использовать частицу «НЕ». Каждая группа зачитывает свою проблему, решение которой она будет искать.

Е – есть ли решения данной проблемы?

Необходимо придумать как можно больше вариантов решения данной проблемы. На данном этапе очень важно собрать все, какие только возникнут, предложения. Идеи могут быть сырые, бредовые, самые немыслимые, главное, чтобы предложить решений как можно больше и не отвергать ни одного из них. Нельзя критиковать любые предложения. Нужно их тщательно зафиксировать.

А – а теперь выберем одно решение.

Эту работу разделим на два шага.

Сначала определим наиболее сильные решения. Ставьте рядом с каждым решением значок, отражающий отношение к нему каждого члена группы,

например, «+» – сильное решение, «-» – слабое. Выберите решения, сильные, по мнению всех участников группы.

А теперь из всех сильных выберем одно. Зачитаем это решение.

Л – любопытно, а как это воплотить в жизнь?

Каждая группа прорабатывает последовательность шагов по решению проблемы и представляет свой вариант.

Рефлексия

Студентам раздаётся для прочтения статья (Приложение 19). После чтения преподаватель возвращается к вопросам и решениям, которые обсуждались на стадии осмысления. Студенты дорабатывают представленные варианты решения проблемы.

Затем преподаватель задаёт вопросы для последующего обсуждения:

- 1) Когда, по вашему мнению, написана статья?
- 2) Что уже потеряло актуальность? А что, наоборот, приобрело особую актуальность?
- 3) С чем вы согласны и с чем не согласны в данной статье?
- 4) Каковы приоритеты биологического образования? На что необходимо обратить внимание?

Список использованной литературы

1. Грудзинская Е.Ю., Мариико В.В. Активные методы обучения в высшей школе. Учебно-методические материалы. Нижний Новгород. 2007. 182 с.
2. Пивоварова Л.В. и др. Роль науки и образования в формировании биологической грамотности // Вестник Российской Академии наук. 2006. Т. 76, № 1. С. 30-37.

В последние годы ведущие ученые проявляют крайнюю озабоченность в связи с проблемами взаимодействия техносферы и биосферы. Потери общества, обусловленные нарастанием природных и особенно техногенных катастроф, могут уже к середине нового века свести на нет экономические достижения человечества. Какую стратегию следует избрать в ситуации повышенного риска кризисов разного рода: геополитических, социальных, экологических? Об этом размышляют авторы публикуемой ниже статьи.

РОЛЬ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ

Л. В. Пивоварова, Т. Г. Корженевская, М. В. Гусев

В настоящий момент мировое сообщество приблизилось к некоей точке бифуркации: технократическая, глобализованная цивилизация, продолжая движение по нынешнему пути, может дойти до саморазрушения либо, латая дыры с разной степенью успеха, пытаться улучшить положение. Но возможна и принципиально иная стратегия общества: принять исторический вызов этих проблем, пересмотреть цели развития, преодолеть кризис устоявшегося мировоззрения. Такой выбор будет адекватен требованиям сохранения Земли как единой саморегулирующейся системы.

Хочется надеяться, что в сложившейся ситуации нет ничего фатального. Теория хаоса утверждает, что для эволюции таких сложных систем, как планета и социум, характерны периоды крайней нестабильности [1]. Как следует действовать в подобных условиях? Представляется, что путь к разрешению назревших противоречий общества лежит в сфере науки, образования и воспитания. Он должен привести к изменению мировоззрения, нравственному и интеллектуальному росту человечества.

Ученые России и других стран рассматривают образование как фактор национальной безопасности. Образованию отводится решающая роль в улучшении качества жизни в инициативах Гене-

ральной Ассамблеи ООН и ЮНЕСКО. Они адресованы тем, кто причастен не только к процессу обучения, но и влияет на направление развития цивилизации. Часть предложений представлена в таких документах и проектах, как Всемирная декларация "Образование для всех", рекомендации ЮНЕСКО о положении учителей, рекомендации Международной конференции по высшему образованию, решения Всемирного форума ЮНЕСКО по образованию, Стратегия ЮНЕСКО по образованию в области профилактики ВИЧ/СПИД, "Десятилетие грамотности".

Социально-экономический кризис в России поставил науку и образование на грань выживания, обострил их скрытые и явные проблемы. Прорыв в разных сферах знания не находит отражения в образовательном процессе, что препятствует формированию мировоззрения, соответствующего современному уровню научного знания. Назрела необходимость в налаживании прямого взаимодействия образования и науки, преодоления диспропорции в их развитии.

В последнее десятилетие разрыв между образовательным процессом и научными достижениями особенно заметен в биологии. Биологическое образование значительно отстает от развития био-



Авторы - сотрудники биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. ПИВОВАРОВА Людмила Васильевна - кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, КОРЖЕНЕВСКАЯ Тамара Георгиевна - доктор биологических наук, профессор и ГУСЕВ Михаил Викторович - доктор биологических наук, декан факультета - члены Комиссии по биологическому образованию Международного союза биологических наук при ЮНЕСКО.

логической науки. Проблема осложняется непосредственно и поспешно проводимой реформой средней и высшей школы. В стране по-прежнему недооценивается тот факт, что образование есть единый двухуровневый процесс, включающий школу и вуз. С сожалением следует отметить, что их реформирование осуществляется вне связи друг с другом, мало внимания уделяется модернизации педагогического образования. Игнорирование взаимозависимости среднего и высшего образования приводит к тому, что все сложности и противоречия, возникшие на уровне школы, не устраняются в вузе и проявляются затем в других сферах жизни общества.

Проблемы биологического образования обнаруживают себя как биологическая (в том числе экологическая) неграмотность выпускников школ и вузов. Следует учитывать, что биологическое образование подавляющего числа выпускников заканчивается в школе, причем экология не входит в число обязательных предметов. Более того, в настоящее время в вузах преподается несколько десятков узкоспециализированных курсов экологии, нацеленных на регламентацию природоохранных мер в отдельных областях хозяйствования. Регламенты далеко не всегда соблюдаются, а предпринимаемые в аварийных ситуациях меры зачастую безграмотны и неэффективны. При крупномасштабных авариях и катастрофах невосполнимый ущерб наносится целым экосистемам.

По этой причине экологическое образование требует существенного реформирования. Экология должна стать фундаментальной биологической наукой, на основе которой следовало бы управлять хозяйственной деятельностью человека и строить экологическое образование [2]. Сейчас выпускники школ и вузов имеют поверхностное представление о природе и ее взаимосвязи с обществом, относятся к ней безответственно, не способны предвидеть биологические и экологические риски, не умеют применять полученные знания в повседневной жизни и профессиональной деятельности. Следствием этого являются неконтролируемый рост материальных потребностей и непонимание опасности широкомасштабного антропогенного давления на биосферу.

РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

К сожалению, даже не все биологи единодушны в том, что открывшийся нам качественно новый уровень биологических знаний - это своего рода вызов человечеству, проверка его на зрелость. В ситуации кризисного развития общества статус биологической науки и биолого-экологического образования должен существенно измениться, что обусловлено рядом причин.

- Беспрецедентные биологические открытия последних десятилетий (получение трансгенных растений, клонирование организмов, расшифровка генома человека, использование в медицине стволовых клеток и др.) изменяют наши представления о природе, не только раздвигая их границы, но и направляя в неожиданное русло. Эти открытия, с одной стороны, могут вывести цивилизацию на качественно новый уровень жизни, а с другой - таят в себе катастрофическую опасность в силу далеко не полной предсказуемости разного рода последствий и отдаленности их проявления. Развитие геномной инженерии без опережающего обеспечения биобезопасности сравнивается, к примеру, с автомобильными гонками без тормозов [3]. Среди ученых нет единого мнения относительно возможности широкого использования генмодифицированных организмов (ГМО) в качестве пищевых продуктов ввиду противоречивости информации об их безопасности. В то же время, по данным главного санитарного врача России Г.Г. Онищенко, 11.9% исследованных в последнее время проб пищевых продуктов содержали компоненты ГМО, причем 47.8% продуктов импортного и 36.4% российского производства не имели необходимой маркировки.

- По-видимому, в ближайшие годы можно ожидать прорыва в медицине - появления принципиально новых технологий. Однако полагаться лишь на мнение медиков-экспериментаторов и биотехнологов в отношении перспектив практического применения открытий в этих областях не следует, особенно если речь идет о манипуляциях с геномом, которые ведут к изменению сложившегося биоразнообразия. Как бы ни относиться к этим экспериментам, их нельзя игнорировать, поскольку развитие научных исследований остановить невозможно. В этой связи речь должна идти не только о соблюдении научной этики, но и о государственном контроле за внедрением научных открытий на основе системы нормативно-правовых актов. Например, в случае ГМО производитель обязан объективно информировать общественность о составе выпускаемой продукции, оставляя за каждым право самостоятельно принимать решение, употреблять или не употреблять соответствующие продукты. Это требование касается и биомедицинских манипуляций со стволовыми клетками, получивших, возможно преждевременно, широкое распространение. Чтобы принимать подобные решения, человек должен обладать соответствующими знаниями.

• Благодаря технологиям нового поколения биологическая наука создает потенциал, обеспечивающий высокую конкурентоспособность стран на мировом рынке. В этой связи многие государства начинают уделять большое внимание биологическому образованию. Наглядным примером является проект "Пока еще не слишком поздно" по обучению математике и естественным наукам в XXI в., подготовленный Национальной комиссией США под председательством первого американского астронавта сенатора Д. Гленна. Финансовая поддержка проекта Гленна составляет огромную сумму - свыше 5 млрд. долл. Однако на основании предшествующего опыта разработчики полагают, что в решении проблемы определяющим фактором являются не материальные затраты, а востребованность новых идей. Смогут ли следующие поколения в условиях глобализации экономики решать непредвиденные проблемы, становиться конкурентоспособными профессионалами, если не будут обладать необходимыми знаниями в области биологии? Этим вопросом задаются ведущие ученые России [5].

• Одна из проблем современного общества - реальная угроза глобального экологического кризиса. Его постоянно учащающиеся проявления дают о себе знать на локальном уровне на протяжении последних десятилетий в разных регионах Земли (азиатское бурое облако, тотальные наводнения, масштабные пожары, нефтяные катастрофы и др.). Имеется обширная информация о причинах и количественных оценках кризисных экологических ситуаций в природе и обществе, свидетельствующая об их глобальных масштабах.

Кроме того, нельзя не учитывать тенденции, потенциально представляющие еще более серьезную угрозу. Исчерпываются энергоресурсы, происходит изменение земной коры, вызванное созданием водохранилищ, добычей горючих ископаемых, остро стоит вопрос о переработке и захоронении ядерных отходов. Постепенно загрязняется околоземное пространство. В последние годы возрастает загрязнение природной среды ксенобиотиками (чужеродными для организмов веществами), которые обладают высокой стабильностью к разрушению и токсичны для многих организмов. Особую опасность могут представлять медицинские препараты в рацемической форме, вызывающие тяжелые патологические изменения [6]. В ходе эволюции у всех организмов выработалась способность к использованию лишь строго определенных оптических изомеров химических веществ, представленных в рацематах в равном соотношении как природными, так и неприродными формами. Неприродные

оптические изомеры оказывают пагубное действие на организм. Их применение в пищевой и фармацевтической промышленности таит в себе угрозу разрушения хиральной чистоты биосферы. В условиях нагнетания политической напряженности и возникновения военных конфликтов возможны сверхмощные дополнительные рацемизирующие воздействия средств массового уничтожения. Такой исход рассматривают как сверхкатастрофу, чреватую полным коллапсом: гибелью животного и растительного мира и окончательным исчезновением биосферы.

Вторжение в эволюционно сложившееся и весьма шаткое в настоящее время равновесие между разными видами может привести к необратимым нарушениям биосферного гомеостаза Земли. Сейчас скорость исчезновения видов многократно превысила их естественное вымирание в ходе эволюции [7]. Растительный и животный миры стали невозобновляемыми ресурсами, идет интенсивное разрушение экосистем - основы биотического механизма регуляции окружающей среды, обеспечивающего воспроизводство условий существования жизни на Земле [8]. Разрушение экосистем составляет главный узел проблем глобального экологического кризиса, поэтому их восстановление - задача, которая должна решаться без промедления.

• Постепенное и внешне неочевидное приближение экологической катастрофы, как и ее масштабы, пока осознаются только учеными и специалистами, которые знают, что у любого кризиса есть скрытый начальный период. Уже сейчас мы являемся свидетелями последствий реализации неграмотных решений по "преобразованию" природы - они оборачиваются против самого человека (осушение болот, создание искусственных водоемов и др.). Наука не только объясняет связь между безграмотными действиями людей и экологическими просчетами, но и позволяет разрабатывать разумные альтернативы.

Необходимо воспитывать у человека восприятие себя частью природы среди того разнообразия видов, в согласии с которыми он жил на протяжении тысячелетий. Потребности общества должны соответствовать возможностям биосферы. Примета времени - появление в крупных компаниях развитых стран новой должности - экологического менеджера. В ближайшее время возникнет потребность в таких специалистах и в России.

• Напряженность геополитической ситуации в современном мире не оставляет иллюзий относительно возможности биотеррористических актов. Это предполагает участие биологов как в разработке превентивных мер, так и в ликвидации последствий подобных терактов. Достижения молекулярной генетики позволяют говорить о возможности изобретения нового класса биологического

оружия, в том числе направленного против отдельных этносов. Существование международного терроризма делает уязвимыми объекты повышенной экологической опасности - системы водоснабжения населения, атомной энергетики, химического производства и др.

• Необходимость усиления внимания к биологической науке и образованию объясняется низкой грамотностью подавляющей части населения в этой области, что отмечает Комиссия по биологическому образованию Международного союза биологических наук (СВЕ-IUBS) при ЮНЕСКО [9]. Особую тревогу вызывает безграмотность учащихся, которые выбирают специальности небиологического профиля. Не секрет, что социально и биосферно значимые решения даже на государственном уровне часто принимаются специалистами - экономистами, юристами, администраторами, политиками, - которые не обладают необходимыми знаниями в области биологии и экологии. Ведущие ученые отмечают важность обеспечения безопасности управленческих решений, определяющих тенденции развития общества и качество жизни. По нашему мнению, такие решения должны приниматься на прогностической и междисциплинарной основе, нужно учиться управлять природными рисками и уметь предвидеть техногенные [10]. Биологическая грамотность специалистов, которых условно можно назвать небиологами, будет способствовать интеллектуальному обеспечению власти, формированию и правильной ориентации общественного мнения (через средства массовой информации).

• Приращение значения биологической науки и образования не может быть оправдано никакими достижениями прогресса или экономическим ростом, если мы не хотим создать почву для конфликта поколений. Яркой иллюстрацией перекоса в возможностях, предпочтениях и понимании последствий агрессивно потребительского и технократического мышления эры антропоцена является отсутствие позитивного созидательного примера в области науки и политики, адекватного по масштабам разрушительной силе ядерного оружия. Достижения и разработки в области биологии могут иметь еще более катастрофические последствия. Адекватно оценить и осмыслить реальное положение дел способны только люди, обладающие определенным объемом биологических знаний.

Таким образом, современное биолого-экологическое образование является одновременно фактором как развития цивилизации, так и глобальной безопасности. На этом основании, надо полагать, в XXI в. ему должна отводиться особая роль - социально-экономическая, а возможно, и политическая. Время определяет наиболее значимые области знания, которые в решающей мере

влияют на развитие общества. В наше время эта роль принадлежит биологии. Представленный здесь и проведенный ранее [11] анализ проблемного поля в области биолого-экологических знаний граждан показал, что за биологическую неграмотность ответственны образование, наука и ее менеджмент. Сейчас, когда научные данные обновляются каждые 5-6 лет, связь между ними необходимо укреплять. Главная проблема нынешних попыток масштабного реформирования биологического образования - цель задуманных изменений. Она должна быть сформулирована в соответствии с меняющимися потребностями общества и научными тенденциями. Следует определить объем необходимых знаний, новые обучающие технологии. Эти меры нужно направить на сокращение разрыва между достижениями науки и уровнем общедоступных знаний в ходе системного реформирования и модернизации образования.

НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Образование - продолжение науки, но и наука немислима без образования, обеспечивающего приток в науку квалифицированных кадров. Согласно новой концепции ЮНЕСКО, в современных условиях образование следует рассматривать как кумулятивный процесс, продолжающийся на протяжении всей жизни человека, что требует постоянного взаимодействия науки и образования. Научное сообщество вносит вклад в формирование биолого-экологической грамотности разных категорий специалистов, являясь:

1) приоритетным субъектом, способным вести диалог с обществом и определять цели образования;

2) естественным источником знаний, то есть качественного содержания образования, и экспертом, определяющим объем и содержание учебных программ;

3) куратором всех уровней образовательного процесса, в том числе подготовки преподавательских кадров.

Характерная для нашего времени диверсификация источников информации и форм обучения позволяет уже на уровне средней школы обеспечить условия для самостоятельного перманентного осмысления и интерпретации научной информации. Это должно послужить основой для последующего перехода к освоению новых знаний и расширению познавательного опыта. Отсутствие своевременной преемственности науки и образования увеличивает пропасть между научными достижениями и уровнем просвещенности специалистов, требуемым для их эффективной профессиональной деятельности.

Именно сейчас, когда масштабные социально и биосферно значимые биологические открытия и технологии по праву дали название нынешнему веку - веку биологии, необходимо усилить взаимодействие образования (начиная со среднего) с признанными авторитетами академической и вузовской науки. В условиях введения единого государственного экзамена в средней школе требуется участие деятелей науки и педагогов высшей школы в составлении тестовых заданий, на системе которых основан ЕГЭ. Интеграция возможностей образования и науки должна обеспечить усиление роли последней в воспитании молодых граждан, умеющих ориентироваться в потоке новых знаний. Отсутствие такой способности приводит к формированию "человека, не адекватного своему бытию", не умеющего оперативно получать и оценивать информацию, что в последующем может вылиться в кризис ответственности [12].

Международный форум под эгидой ЮНЕСКО "Образование для устойчивого развития: на пути к обществу знания" отметил недостаточность влияния науки в современном мире и необходимость совместного участия интеллектуальной и деловой элиты в процессе реформирования образования, что не позволит ему впасть в стагнацию. Чтобы усилить такое влияние, было провозглашено "Международное десятилетие качества образования". Инициатива ЮНЕСКО совпала по времени с принятыми во многих странах реформами образования.

Примером редкой консолидации сил может служить активная позиция педагогов и ученых МГУ им. М.В. Ломоносова, которые выступили с обоснованной критикой предложений Министерства образования и науки по сокращению часов преподавания биологии и географии в средней школе [13]. Эти предложения мотивировались необходимостью приближения российского образования к мировым стандартам и уменьшения учебной нагрузки на учащихся. В настоящее время ситуация усугубляется предстоящей профилизацией средней школы: в результате биология как учебный предмет может стать необязательной дисциплиной для тех, кто не избрал естественнонаучную специализацию по окончании девятого класса. Такой подход коренным образом противоречит потребностям современного общества в биологической и экологической грамотности населения в целом и профессионалов разных специальностей. Преподавание биологии в школе следует не сокращать, а расширять и совершенствовать.

Ретроспективный анализ развития науки в России показывает, что в истории отечественного естествознания уже бывали мрачные периоды, например, пауза в период с 1818 по 1828 г., связанная со значительным сокращением времени, отводившегося на изучение естествознания в гимна-

зиях. Затем последовало полное исключение этой дисциплины из учебных планов на целых 25 лет под тем предлогом, что "от энциклопедического образования происходит весьма мало пользы и чрезвычайно много вреда" [14]. Нарушалось преподавание естественных наук в периоды Гражданской и Великой Отечественной войн, а также в годы засилья идей Т.Д. Лысенко.

Контуры будущего общества создаются усилиями нынешнего поколения, поэтому внимание к биологическому образованию может стать индикатором понимания Россией ответственности за сохранение биосферы. Причины экологического кризиса кроются в нашем культурно-историческом прошлом, сложившемся мировоззрении. Безмерное потребление природных ресурсов, варварское уничтожение целых популяций и отдельных видов организмов на фоне несформированности осознанной потребности сохранения экосистем и биосферы ставят под угрозу само существование человечества. Чтобы восстановить планетарный дом, нужно иметь в виду прежде всего духовно-нравственное возрождение человека.

Современное общество должно отказаться от антропоцентристского видения мира, сменить приоритеты хотя бы из эгоистических побуждений, из инстинкта самосохранения, в природопользовании ориентироваться на биологический, а не технократический императив [15]. Биологическая грамотность призвана формировать потребность в сохранении как природы, так и человечества как биосферного феномена, стать элементом современной культуры. Нужно, чтобы природа вошла в систему ценностей наших современников. Признание биологической грамотности элементом культуры (которую В. Даль понимал как умственное и нравственное образование) расширит границы понимания нравственности, а значит, позволит скорректировать направление развития общества.

ИНТЕГРАТИВНАЯ БИОЛОГИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ГРАЖДАН

Начиная с XVIII в., в ходе развития промышленности активно развивались такие разделы естествознания, как геология, минералогия, география, биология, что определялось возрастающей необходимостью овладения природными ресурсами, развитием торговли и заводского производства, строительством флота. Стоявшие перед государством и обществом задачи сформировали адекватную тому времени цель образования - подготовку соответствующих специалистов. Богатства природы представлялись неисчерпаемыми, создавались новые рабочие места, совершались открытия, совершенствовались технологии, получила развитие медицина, повышался уровень

жизни и увеличивалась численность населения, росли его потребности.

В наше время ситуация принципиально изменилась. Антропогенное давление на биосферу достигло предела. В таких условиях требуются иные специалисты, обладающие системными знаниями, новым мышлением. Наука и образование должны осознать необходимость выработки ими общей цели - сохранение планеты, жизни на ней, чтобы здесь оставалось место для человеческого общества и вида *Homo sapiens*. Тогда в сфере интеллектуальной деятельности утвердятся новые этические ценности и принципы. Рано или поздно они распространятся на мировую политику.

Первым шагом в достижении общей цели науки и образования должно стать совместное решение задачи формирования биологической грамотности большинства граждан, в первую очередь специалистов небиологической квалификации. Реализуя эту цель, следует ориентироваться на следующие приоритеты:

- воспитание у специалистов ответственности за собственные решения и действия, в том числе за результаты внедрения научных открытий в практику;
- обучение прогнозированию последствий принятых решений и действий для природы, общества, человека;
- изучение законов развития и воспитания человеческих потребностей с точки зрения условий сохранения природы и общества;
- воспитание понимания того, что природа - невосполнимая ценность, жизнь - уникальное явление, человек - часть биосферы и может жить исключительно в рамках ее законов; в коэволюционном развитии общества и природы ее законы приоритетны, а разрушение природных и культурных ценностей безнравственно;
- обучение умению применять полученные знания в повседневной жизни.

На международном уровне понимание особой роли биологической науки и образования в новую эпоху выразилось в создании еще в 1975 г. Комиссии по биологическому образованию Международного союза биологических наук (СВЕ-IUBS) при ЮНЕСКО. В рамках этой комиссии на Международной конференции "Биология, гуманитарные науки и образование", проходившей в Москве на биологическом факультете МГУ, была заявлена необходимость создания нового научно-образовательного направления - *интегративной биологии*. Такая инициатива продиктована глобальной неграмотностью в области биологии и экологии. Ее преодоление - одна из задач современного биологического образования [11]. Инициатором развития этого направления у нас в стране стал представитель РФ в Комиссии декан биологического факультета МГУ профессор

М.В. Гусев. Интегративная биология могла бы взять на себя функции, с которыми не справляется существующее биолого-экологическое образование, и определить новые, отвечающие не только текущим, но и перспективным потребностям современного общества, способствовать сохранению жизни на Земле.

Биологическая грамотность большинства населения должна ознаменовать переход от экстремальных форм антропоцентризма к диалогу человека и природы, основанному на биоэтическом поведении и культуре, обогащенной новыми ценностями. В технократический век, когда человечество обладает страшным оружием и сверхсовременными технологиями, нельзя жить, руководствуясь методом проб и ошибок. Координирование усилий представителей науки и образования - неизбежный этап на пути решения стратегической задачи формирования биологической грамотности.

Занятие 16. Защита проектов «Биология и культура: идём на сближение»

Заключительное занятие посвящено презентации проектов, разработка и подготовка которых осуществлялась группами студентов (по 3-4 человека) в течение месяца во внеучебное время.

***Учебная цель:** поисковая деятельность студентов по сбору информации, отражающей тенденцию к сближению естественных и социогуманитарных наук, в частности, – биологии и наук о человеке и обществе.*

***Воспитательная цель:** формирование чувства сопричастности к проблемам междисциплинарности, интеграции знаний.*

***Развивающая цель:** осмысление процессов **социализации** и **гуманитаризации** биологии и одновременно **биологизации** социальных и гуманитарных наук.*

IV этапа подготовки проекта:

1) подготовительный этап (объединение в группы, выбор темы и распределение на микротемы, распределение обязанностей в группе, формулировка цели, замысла проекта, выдвижение проблемы, составление тезисов);

2) этап планирования (составление плана проекта, самостоятельная работа студентов над микротемами, сбор первичной информации);

3) технологический этап (анализ способов работы в группах, возможных трудностей, сбор материала, промежуточное обсуждение достигнутых результатов, выявление причинно-следственных связей в исследуемой проблеме);

4) заключительный этап (оформление результатов, презентация проекта, обсуждение, проведение рефлексии, выявление новых проблем).

Преподаватель предлагает на выбор следующие примерные темы проектов:

- **биоэтика**
- **биоэстетика (нейроэстетика)**
- **бионика**
- **NBICS-технологии**
- **социобиология (социальная этология)**
- **биосемиотика**
- **биолингвистика**
- **биополитика**
- **биотерроризм**
- **биоархитектура**
- **биомузыка**
- **биофилософия**
- **эволюционная эпистемология**

Заключение

Междисциплинарный учебный курс «Биология и культура» содержит разделы, в которых рассматриваются понятия, «вызревшие» в биологии и распространившиеся на другие научные направления и определившие пути развития некоторых культурных направлений. Он в большей степени отражает интересы биологов-исследователей, предпочитающих теоретические исследования и стремящихся к распространению биоэтических идей.

Реализация модели образования для устойчивого развития (ОУР) требует сегодня не просто интеграции знаний, но включения в образовательный процесс и освоения трансдисциплинарных понятий и категорий – метапонятий. Анализ продуктов деятельности магистрантов показал, что студенты в ходе курса обучаются оперировать не только биологическими понятиями, но и такими метапонятиями, как «устойчивое развитие», «коэволюция», «биологическая неграмотность», «система», «глобальный кризис» и др.

Другое немаловажное требование реализации ОУР – изменение отношения к получаемым знаниям. Выработка позитивного отношения к получаемым междисциплинарным знаниям, в том числе к знаниям по биоэтике, будет способствовать осуществлению профессиональной деятельности студентов на основе экологических и этических императивов, в частности, формированию таких метаумений, как: прогнозирование последствий внедрения результатов исследования в практику, несение социальной и этической ответственности за принятые решения, самоограничение своей профессиональной деятельности в соответствии с принципами биоэтики.

Соблюдение указанных выше требований для реализации ОУР в учебном курсе «Биология и культура» позволяют, таким образом, приблизиться и к формированию у студентов нового мировоззрения – мировоззрения для устойчивого развития.