



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

Электронный учебно-методический комплекс

История и методология биологии и биофизики

Учебная программа дисциплины

Учебное пособие

Методические указания по самостоятельной работе

- Методические указания к семинарским занятиям
- Банк тестовых заданий в системе UniTest



Красноярск
ИПК СФУ
2009

УДК 573:577(075)
ББК 28Вя73
И90

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «История и методология биологии и биофизики» подготовлен в рамках реализации Программы развития федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ) на 2007–2010 гг.

Рецензенты:

Красноярский краевой фонд науки;
Экспертная комиссия СФУ по подготовке учебно-методических комплексов дисциплин

И90 История и методология биологии и биофизики [Электронный ресурс] : метод. указания к семинарским занятиям / сост. : В. А. Кратасюк, И. В. Свидерская, Н. А. Сетков и др. – Электрон. дан. (7 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 50 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows XP SP 2 / Vista* (32 бит) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*).

ISBN 978-5-7638-1639-6 (комплекса)

Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902463 (комплекса)

Настоящее издание является частью учебно-методического комплекса по дисциплине «История и методология биологии и биофизики», включающего учебную программу дисциплины, учебное пособие, методические указания по самостоятельной работе, контрольно-измерительные материалы «История и методология биологии и биофизики. Банк тестовых заданий», наглядное пособие «История и методология биологии и биофизики. Презентационные материалы».

Методические указания к семинарским занятиям представляют собой рекомендации по изучению основных вопросов дисциплины, подлежащих рассмотрению на семинарах.

Предназначены для студентов направлений подготовки магистров 010700.68 «Физика» укрупненной группы 010000 «Физико-математические науки и фундаментальная информатика», 020200.68 «Биология» укрупненной группы 020000 «Естественные науки».

© Сибирский федеральный университет, 2009

Составители:

**В. А. Кратасюк, И. В. Свидерская, Н. А. Сетков,
Е. В. Немцева, Е. Н. Есимбекова, И. Е. Суковатая, В. А. Сапожников**

Рекомендовано к изданию Инновационно-методическим управлением СФУ

Редактор Т. М. Пыжик

Разработка и оформление электронного образовательного ресурса: Центр технологий электронного обучения Информационно-телекоммуникационного комплекса СФУ; лаборатория по разработке мультимедийных электронных образовательных ресурсов при КрЦНИТ

Содержимое ресурса охраняется законом об авторском праве. Несанкционированное копирование и использование данного продукта запрещается. Встречающиеся названия программного обеспечения, изделий, устройств или систем могут являться зарегистрированными товарными знаками тех или иных фирм.

Подп. к использованию 30.11.2009

Объем 7 Мб

Красноярск: СФУ, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

Оглавление

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ	8
Содержание тем семинарских занятий и библиографический список по модулям	11
Модуль 1. Методология биологии и биофизики	11
Библиографический список к модулю 1	12
Модуль 2. От протознания к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)	13
Библиографический список к модулю 2	13
Модуль 3. От протознания к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)	14
Библиографический список к модулю 3	14
Модуль 4. Становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.)	14
Библиографический список к модулю 4	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	18
Основной	18
Дополнительная литература	20
Электронные и интернет-ресурсы	20
Перечень наглядных и других пособий, методических указаний и материалов по техническим средствам обучения	22
ПРИЛОЖЕНИЯ	24
Приложение 1. Представление результатов научных исследований, подготовка презентационных материалов в формате <i>PPT</i>	24
Приложение 2. Формы и методы научного познания	34
Приложение 3. Структура научных революций	85
Приложение 4. Как написать статью?	153
Приложение 5. История клеточной биологии	170
Приложение 6. График учебного процесса и самостоятельной работы студентов	187



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисциплина «История и методология биологии и биофизики» относится к циклу М.3 – профессиональный цикл, профильная (вариативная) часть, по направлению 010700 «Физика» укрупненной группы 010000 «Физико-математические науки» и имеет цель – расширить и углубить знания студентов по вопросам истории и методологии науки вообще и биологии и биофизики в частности, обучить из научному проектированию и научному методу.

Дисциплина «История и методология биологии и биофизики» играет объединяющую и централизующую роль в системе биологических и физических дисциплин, составляющих основное содержание современной биофизики. Этот курс призван также установить взаимосвязь между естественно-научными и гуманитарными предметами, помочь студентам, выполняющим свою научную работу, овладеть методологией научного творчества.

Главное место в курсе (по значимости и по объему) занимает история биологии и биофизики в XX в. Одна из целей семинарских занятий по дисциплине «История и методология биологии и биофизики» – изложение, обсуждение и анализ вопросов истории и методологии науки, опираясь на конкретные факты и обобщения, которые рассматриваются через призму современных представлений. Каждому образованному естествоиспытателю, инженеру, преподавателю, конечно же, необходимо знать основные исторические факты, относящиеся к области его деятельности. Однако биофизика находится в этом отношении в особой позиции. Индуктивный, эмпирический характер данной науки неизбежно приводит к сосуществованию в ней весьма различных, а иногда и исключаящих друг друга теоретических представлений, причем появление новых, более строгих подходов далеко не всегда отменяет активное использование старых упрощенных моделей. Историческая картина рождения, расцвета и девальвации научных концепций в биологии, физике и химии очень помогает разобраться в сложном конгломерате воззрений, сосуществующих в современной науке. Основная задача исторической части курса состоит в том, чтобы представить формирование биофизических понятий на основе исторического развития биологии, физики и химии и во времени, и в пространстве (кроме истории здесь подразумевается и ее «география»). Последовательная смена естественно-научных представлений о мире, создание картины мира (это центральные стержневые темы) основываются на фактах, датах, именах, представленных в истории биологии.

Задачи изучения дисциплины на семинарских занятиях заключаются в освоении научной методологии биологии и биофизики, рассмотрении с позиций методологии науки всех периодов развития биологии и биофизики:

- от протознания к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения);
- от естественной истории к современной биологии (биология Нового



времени до середины XIX в.);

– становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.).

Курс «История и методология биологии и биофизики» изучают в течение двух семестров (9-й и 10-й) на первом году обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов) и распределена равномерно по семестрам. Трудоемкость каждого вида учебной работ дисциплины в часах и зачетных единицах приведена в [табл. 1](#). В трудоемкость засчитывается аудиторная нагрузка и самостоятельная работа студента.

Таблица 1

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц (часов)	Семестр	
		9-й	10-й
Общая трудоемкость дисциплины	6,0 (216)	3,0 (108)	3,0 (108)
Аудиторные занятия:	3,0 (108)	1,5 (54)	1,5 (54)
лекции	1,4 (52)	0,7 (26)	0,7 (26)
семинарские занятия (СЗ)	1,4 (52)	0,7 (26)	0,7 (26)
промежуточный контроль	0,2 (4)	0,1 (2)	0,1 (2)
Самостоятельная работа:	3,0 (108)	1,5 (54)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)	1,4 (52)	0,7 (26)	0,7 (26)
Реферат и презентация	1,6 (56)	0,8 (28)	0,8 (28)
Вид итогового контроля (зачет, экза-)	экзамен	зачет	экзамен

В **лекциях** излагаются основные сведения по темам, разделам курса, включающим в том числе научную методологию биологии и биофизики, рассмотрение с позиций методологии науки всех периодов развития биологии и биофизики, а также новейшие достижения и тенденции развития биологии и биофизики.

Во время **самостоятельной работы** студенты по рекомендованной литературе работают над выполнением отдельных разделов и тем дисциплины, готовят презентации и рефераты.

При подготовке к семинарам и в ходе **семинарских занятий** студенты изучают основные этапы развития научной методологии биологии и биофизики, знакомятся с магистральными направлениями развития науки, при самостоятельной подготовке презентации о великих ученых проводят исторический анализ отдельных отраслей биофизики и биологии вплоть до современности для понимания неразрывной связи прошлого и настоящего науки и

практической ценности предмета ([табл. 3](#)). Трудоемкость семинарских занятий составляет 1,4 з. е. (52 часов): 0,7 з. е. (26 часов) в 9 семестре и 0,7 з. е. (26 часов) ([табл. 1](#)). Семинарские занятия проводят согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы ([прил. 6](#)).

Проведение семинарских занятий по дисциплине «История и методология биологии и биофизики» направлено на подготовку выпускника в области естественно-научных знаний, получения высшего углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать следующими универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда:

а) универсальными:

– углубленными научными компетенциями (УНК): углубленные знания в области математики и естественных наук (УНК-1);

– системными компетенциями (СК): способность порождать новые идеи (креативность) (СК-1);

б) профессиональными:

– углубленными профессиональными компетенциями (в соответствии с видами деятельности) (УПК), а именно:

1) научно-исследовательская деятельность: свободное владение фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач в соответствии со своей магистерской программой по биофизике (УПК-1);

2) способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности (УПК-3);

– профессионально-профилированными компетенциями:

1) способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики в соответствии с профилем магистерской программы по биофизике и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта (ППК-1);

2) способностью и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей в соответствии с профилем магистерской программы по биофизике (ППК-2).

Модули дисциплины и виды занятий, трудоемкость модулей и видов учебной работы в относительных единицах по дисциплине «История и методология биологии и биофизики», реализуемые в семинарских занятиях компетенции представлены в [табл. 2](#).

Модули дисциплины и виды занятий в часах
(тематический план занятий)

№ п/п	Модули и разделы дисциплины	Лекции, зачетных единиц (часов)	СЗ, зачетных единиц (часов)	Самостоятельная работа, зачетных единиц (часов)	Реализуемые компетенции
1	Методология биологии и биофизики	0,36 (14)	0,36 (14)	0,35 (13)	УНК-1; СК-1; УПК-1; УПК-3 ППК-1; ППК-2
2	От протоэволюции к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)	0,34 (12)	0,34 (12)	0,35 (13)	УНК-1; СК-1; УПК-1; УПК-3 ППК-1; ППК-2
3	От естественной истории к современной биологии (биология Нового времени до середины XIX в.)	0,36 (14)	0,36 (14)	0,35 (13)	УНК-1; СК-1; УПК-1; УПК-3 ППК-1; ППК-2
4	Становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.)	0,34 (12)	0,34 (12)	0,35 (13)	УНК-1; СК-1; УПК-3 ППК-1; ППК-2

Курс «История и методология биологии и биофизики» служит основой для освоения студентами таких дисциплин, как «Современные проблемы биофизики», «Избранные главы биофизики» и др., а также в подготовке дипломных работ и магистерских диссертаций по биофизике. Курс готовит магистрантов к поступлению в аспирантуру, так как одним из условий успешного завершения аспирантуры является сдача кандидатского экзамена по курсу «История и философия науки».

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для освоения курса «История и методология биологии и биофизики» разработан электронный учебно-методический комплекс (УМКД) по дисциплине «История и методология биологии и биофизики» [39], включающий учебное пособие с электронным оптическим диском [1] (содержит банк тестовых заданий [40] и наглядное пособие «История и методология биологии и биофизики. Презентационные материалы» [48]), методические указания к семинарским занятиям [2], методические указания по самостоятельной работе [3], организационно-методические указания [38].

Подготовка и проведение аудиторных занятий по дисциплине проводится с использованием всех компонентов ЭУМКД «История и методология биологии и биофизики», в том числе и презентационные материалы, которые подготовлены с помощью лицензионного программного обеспечения [37], закупленного по программе развития СФУ, и предназначены для демонстрации с помощью интерактивных технических средств, которыми оснащены аудитории СФУ [49].

Компоненты УМКД курса «История и методология биологии и биофизики» [1–3; 38–40; 48] служат основой:

- для освоения студентами дисциплины «История и методология биологии и биофизики»;
- подготовки магистерских диссертаций, тематика которых соответствует уровню науки и техники в новейших областях биофизики;
- получения фундаментальной основы, необходимой для проведения на высоком методическом уровне научно-исследовательских работ в области современной биологии и биофизики, а также подготовки высококвалифицированных специалистов для производственной деятельности.

Семинарские занятия – неотъемлемая часть изучения дисциплины «История и методология биологии и биофизики», на семинарах происходит закрепление полученных теоретических знаний. Семинарские занятия проводятся в разных формах, чтобы комплексно вырабатывать компетенции у студентов. Семинарские занятия предполагают обсуждение под руководством преподавателя вопросов в соответствии с планом занятия (табл. 3). Это позволяет выделить наиболее сложные проблемы, провести их всесторонний анализ и наметить пути решения. Участвуя в дискуссии, студент приобретает навыки публичного выступления, учится отстаивать свою точку зрения, подбирать аргументы в поддержку своего мнения и контраргументы для опровержения противоположной точки зрения.

Содержание семинарских занятий и распределение часов семинарских занятий по модулям представлены в [табл. 3](#).



Распределение часов семинарских занятий по модулям

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Темы занятий, трудоемкость, ч
1	2	3
1	Модуль 1. Методология биологии и биофизики	<p>Факторы, определяющие развитие науки. Интеграция и дифференциация в современной биофизике. Биофизика как интегральная наука. Этические проблемы биологии. Обыденное и научное познание (2).</p> <p>Формы и методы научного познания: наблюдение, эксперимент, измерение, аналогия, моделирование, идеализация, интуиция (2).</p> <p>Работа над магистерскими диссертациями и дипломными работами. Обсуждение тем научных работ студентов по схеме: научная проблема – современное состояние – нерешенные проблемы – цель исследования как предложение решения проблемы – гипотеза – схемы проверки гипотезы (4).</p> <p>Научное проектирование. Научный метод и написание научных текстов (статьи, диссертации, дипломной и курсовой работы, проекта в научный фонд). Презентация и защита научного проекта. Оценка научного проекта (4).</p> <p>Особенности профессии ученого. Наука и лженаука (2)</p> <p>[1–3; 21; 22; 32–35; 39; 48]</p>
	Модуль 2. От протоэволюции к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)	<p>Подготовка и представление презентаций об ученых этого периода развития биологии и биофизики. Схема рассказа об ученом включает библиографические данные, характеристику эпохи, достижения ученого, личностные качества ученого, определившие его успешность в науке (2).</p> <p>Доклады студентов об ученых этого периода развития биологии и биофизики (от первобытного общества к эпохе Возрождения): Гиппократ, Платон, Аристотель, Теофраст; Герофил, Эристрат, Гален, Лукреций Кар, Плиний Старший; Альберт Великий, Венсан де Бове, Фома Аквинский, Авиценна; Леонардо да Винчи, А. Везалий, М. Сервет и др. (8).</p> <p>Дискуссия об особенностях периодов развития науки: первобытного периода, греческого периода, периода эллинизма, эпохи Средневековья и эпохи Возрождения. Обсуждение вопросов: в каком периоде зародилась наука? Что досталось современной науке от каждого периода развития науки? (2)</p> <p>[1–3; 21; 22; 39; 48]</p>

1	2	3
	<p>Модуль 3. От естественной истории к современной биологии (биология Нового времени до середины XIX в.)</p>	<p>Подготовка и представление презентаций об ученых этого периода развития биологии и биофизики. Схема рассказа об ученом включает библиографические данные, характеристику эпохи, достижения ученого, личностные качества ученого, позволившего сделать открытия (2).</p> <p>Доклады студентов об ученых этого периода развития биологии и биофизики (биология Нового времени до середины XIX в.): К. Линней, П. Паллас, В. Гарвей, Р. де Грааф, А. Галлер; Й. Кельрейтер, Т. Найт, Х. Пандер, К. Бэр, Ф. Фонтане, Я. Пуркине, Т. Шванн, М. Шлейден и др. (4).</p> <p>Дискуссия «Преформизм или эпигенез» (Ш. Бонне, В. Гарвей, К. Вольф) (2).</p> <p>Дискуссия «Гипотезы самозарождения. Состоятельно ли их опровержение?» (Ф. Реди, Л. Спаланцани и др.) (2).</p> <p>Дискуссии об эволюции (К. Линней, Ж. Бюффон, П. Паллас и др.) (2).</p> <p>Учение Ж. Кювье. Спор Кювье Ж. и Ж. Сент-Илера (2)</p> <p>[1–3; 21; 22; 39; 48]</p>
	<p>Модуль 4. Становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.)</p>	<p>Подготовка и представление презентаций об ученых этого периода развития биологии и биофизики. Схема рассказа об ученом включает библиографические данные, характеристику эпохи, достижения ученого, личностные качества ученого, позволившего сделать открытия (2).</p> <p>Доклады студентов об ученых этого периода развития биологии и биофизики (с середины XIX в. до начала XXI в.): Р. Кох, Р. Петри, К. Бухнер, С. Н. Виноградский, А. Клюйвер, Х. Баркер, А. Флеминг, З. Ваксман, К. Воз, Д. И. Ивановский, М. Бейеринк, Ф. Леффлер, Р. Вирхов и М. Ферворн, И. П. Павлов, Э. Геккель, А. Тэнсли, Г. Мендель, Т. Морган, Н. И. Вавилов, А. С. Серебровский, С. С. Четвериков, Т. Эвери, Дж. Мак-Леод, А. Херши, Э. Чаргафф, Дж. Уотсон и Ф. Крик, А. Корнберг, Дж. Бидл и Э. Тейтем, А. Н. Белозерский, Э. Ниренберг, Дж. Матей, Ф. Жакоб и Ж. Моно, Л. Пастер, П. Эрлих, И. И. Мечников и др. (6).</p> <p>Учение В. И. Вернадского о биосфере и концепция «Геи» (2).</p> <p>Дискуссия «Теория естественного отбора Ч. Дарвина. Евгеника и генетика» (2).</p> <p>Конференция «История развития науки и образования в Красноярском филиале Сибирского отделения РАН. Л. В. Киренский как основатель науки и образования в Красноярске» (2)</p> <p>[1–4; 10; 11; 13–15; 22; 23; 27; 28; 38–40; 43–51]</p>

СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ И БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО МОДУЛЯМ

Модуль 1. Методология биологии и биофизики

Предмет и основные задачи курса истории науки. История биологии и классификация биологических наук. Место биологии и биофизики среди естественных наук. Место истории биологии в современном естествознании и в системе гуманитарных наук. Развитие и преобразование основных концепций в биологии. Экстенсивный и интенсивный путь развития науки. Модели развития европейской науки. Теория и история познания. Историческая обусловленность основных этапов развития биологии, ее достижений. Роль личности ученого. Возникновение новых методов исследования. Формирование научных представлений в определенной историко-культурной среде. Взаимосвязь биологии с религией, философией, искусством, политикой, этикой. Влияние биологии на социально-политические движения XX в. и ее роль в решении глобальных проблем современности.

Факторы, определяющие развитие науки. Интеграция и дифференциация в современной биофизике. Биофизика как интегральная наука. Этические проблемы биологии. Обыденное и научное познание.

Формы и методы научного познания: наблюдение, эксперимент, измерение, аналогия, моделирование, идеализация, интуиция. Обсуждение тем научных работ студентов по схеме: научная проблема – современное состояние – нерешенные проблемы – цель исследования как предложение решения проблемы – гипотеза – схемы проверки гипотезы. Понятие научной картины мира.

При подготовке к семинарам необходимо изучить материал в [прил. 2](#).

Культурно-историческая эволюция науки. Античность, Средние века, Новое время, XX в. Уровни, формы и методы научного познания. Взаимодействие теоретического, умозрительного и эмпирического уровней развития науки. Понятие научной картины мира (НКМ), ее развитие в эволюции культуры. Особенности перехода от классической к неклассической и постнеклассической НКМ. Типы научной рациональности. Т. Кун о парадигмальном развитии науки и понятие о научном сообществе. Понятие научного предвидения и прогностической функции науки. Научная гипотеза, принципы верификации (Л. Витгенштейн) и фальсификации (К. Поппер). Естественные, социальные и гуманитарные науки: подходы к классификации наук. Объект и предмет науки. Зарубежные и отечественные теории.

При подготовке к семинарам необходимо изучить материал в [прил. 3](#).

Как писать научные статьи? Международная система научных пуб-



ликаций. Первичные и вторичные научные публикации. Импакт-фактор и индекс цитирования. Организация текста оригинальной статьи для журнала. Структура научной статьи. Выбор журнала. Представление рукописи. Прохождение рецензирования.

При подготовке к семинарам необходимо изучить материал в [прил. 4](#).

Библиографический список к модулю 1

1. Вебер, М. Избранные произведения / М. Вебер. – М. : Прогресс, 1990.
2. Вернадский, В. Н. Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление / В. Н. Вернадский. – М. : Наука, 1978.
3. Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности / пер. с англ. и фр. – М. : Прогресс, 1990.
4. Малкей, М. Наука и социология знания / М. Малкей. – М. : Прогресс, 1983.
5. Никифоров, А. Л. Философия науки: история и методология / А. Л. Никифоров. – М. : Дом интеллектуальной книги, 1998.
6. Огурцов, А. П. Дисциплинарная структура науки / А. П. Огурцов. – М. : Наука, 1988.
7. Поппер, К. Логика и рост научного знания / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983.
8. Степин, В. С. Философия науки и техники / В. С. Степин, В. Г. Горохов, М. А. Розов. – М. : Гардарика, 1996.
9. Кун, Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М. : Изд-во АСТ, 2001.
10. Койре, А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий / А. Койре. – М., 1985.
11. Традиции и революции в развитии науки. – М. : Наука, 1991.
12. Философия и методология науки : учебник для вузов / кол. авторов ; под ред. В. И. Купцова. – М. : Аспект-Пресс, 1996.
13. Рузавин, Г. И. Методология научного исследования : учеб. пособие для вузов / Г. И. Рузавин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317 с.
14. Баженов, Л. Б. Основные вопросы теории гипотезы / Л. Б. Баженов. – М. : Высш. шк., 1961.
15. Пуанкаре, А. О науке / А. Пуанкаре. – М. : Наука, 1983.
16. Эйнштейн, А. Физика и реальность / А. Эйнштейн. – М. : Наука, 1965.
17. Черникова, И. В. Философия и история науки : учеб. пособие / И. В. Черникова. – Томск : Изд-во НТЛ, 2001. – 352 с.
18. Владимиров, Ю. А. Как написать дипломную работу / В. А. Владимиров. – М., 2000.
19. Кузин, Ф. А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты / Ф. А. Кузин. – М., 1998.
20. Девятко, И. Ф. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты (I раздел) / И. Ф. Девятко. – М., 1998.

21. Ядов, В. А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты (I раздел) / В. А. Ядова. – М., 1998.

Модуль 2. От протознания к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)

Проблемы историографии биологии. Основные этапы и тенденции развития биологического знания. Методология историко-биологических исследований. Формы и типы научных революций в биологии. Эволюция методов биологического познания и языка биологических наук. История биологии и классификация биологических наук. Биофизика как методология современной биологии.

Подготовка и представление презентаций об ученых этого периода развития биологии и биофизики. Схема рассказа об ученом включает библиографические данные, характеристику эпохи, достижения ученого, личностные качества ученого, определившие его успешность в науке: Гиппократ, Платон, Аристотель, Теофраст; Герофил, Эризистрат, Гален, Лукреций Кар, Плиний Старший; Альберт Великий, Венсан де Бове, Фома Аквинский, Авиценна; Леонардо да Винчи, А. Везалий, М. Сервет.

Библиографический список к модулю 2

1. История биологии : в 2 т. – М. : Наука, 1972. – Т. 1; 1975. – Т. 2.
2. Рузавин, Г. И. Методология научного исследования : учеб. пособие для вузов / Г. И. Рузавин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317 с.
3. Кун, Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М. : Прогресс, 1975.
4. Поппер, К. Логика и рост научного знания / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983.
5. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики (с древнейших времен до конца XVIII в.) / Я. Г. Дорфман. – М. : Наука, 1974.
6. Дорфман, Я. Г. Всемирная история физики (с начала XIX до середины XX вв.) / Я. Г. Дорфман. – М. : Наука, 1979.
7. Баженов, Л. Б. Основные вопросы теории гипотезы / Л. Б. Баженов. – М. : Высш. шк., 1961.
8. Пуанкаре, А. О науке / А. Пуанкаре. – М. : Наука, 1983.
9. Кирсанов, В. С. Научная революция XVII в. / В. С. Кирсанов. – М. : Наука, 1987.
10. Канаев, И. И. Избранные труды по истории науки / И. И. Канаев. – СПб. : Алетейя, 2000.
11. Очерки истории естественнонаучных знаний в древности. – М. : Наука, 1982.

Модуль 3. От протознания к естественной истории (от первобытного общества к эпохе Возрождения)

Подготовка и представление презентаций об ученых этого периода развития биологии и биофизики. Схема рассказа об ученом включает библиографические данные, характеристику эпохи, достижения ученого, личностные качества ученого, позволившего сделать открытия: К. Линней. П. Паллас, В. Гарвей, Р. де Грааф, А. Галлер; Й. Кельрейтер, Т. Найт, Х. Пандер, К. Бэр, Ф. Фонтане, Я. Пуркине, Т. Шванн, М. Шлейден. Преформизм или эпигенез (Ш. Бонне, В. Гарвей, К. Вольф). Опровержения гипотез самозарождения (Ф. Реди, Л. Спаланцани). Начало дискуссий об эволюции (К. Линней, Ж. Бюффон, П. Паллас). Учение Ж. Кювье. Спор Кювье Ж. и Ж. Сент-Илера.

Библиографический список к модулю 3

1. Базилевская, Н. А. Краткая история ботаники / Н. А. Базилевская, И. П. Белоконов, А. А. Щербаков. – М. : Наука, 1968.
2. Бляхер, Л. Я. Очерк истории морфологии животных / Л. Я. Бляхер. – М. : Изд-во АН СССР, 1962.
3. История биологии : в 2 т. – М. : Наука, 1972. – Т. 1 ; 1975. – Т. 2.
4. Развитие эволюционной теории в СССР. – Л. : Наука, 1983.
5. Баженов, Л. Б. Основные вопросы теории гипотезы / Л. Б. Баженов. – М. : Высш. шк., 1961
6. Пуанкаре, А. О науке / А. Пуанкаре. – М. : Наука, 1983.
7. Воронцов, Н. Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н. Н. Воронцов. – М., 1999.
8. Эйнштейн, А. Физика и реальность / А. Эйнштейн. – М. : Наука, 1965.
9. Всеобщая история химии. Возникновение и развитие химии с древнейших времен до XVII в. / отв. ред. Ю. И. Соловьев. – М. : Наука, 1980. – 399 с.

Модуль 4. Становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.)

Особенности современной биологии. Интеграция и дифференциация. Эволюционизм. Эксперимент и вероятностно-статистическая методология. Системно-структурные и функциональные методы исследования. Физикализация, математизация и компьютеризация биологических исследований. Значение молекулярной биологии для преобразования классических дисциплин. Феномены «идеологизированных» биологий. Этические проблемы биологии.

Изучение клеточного уровня организации жизни. «Клеточная пато-



логия» Р. Вирхова и «Клеточная физиология» М. Ферворна. Начало цитологических исследований: структура клетки, организация яйца и цитоплазмы, активация яйца, оплодотворение, митоз и мейоз, кариотипа. Ультраструктура и проницаемость клетки. Клеточное деление и его генетическая регуляция. Симбиогенез и современная клеточная теория.

При подготовке к семинарам необходимо изучить материал в [прил. 5](#).

Библиографический список к модулю 4

1. Азимов, А. Краткая история биологии. От алхимии до генетики : пер. с англ. Л. А. Игоревского / А. Азимов. – М. : ЗАО Центрполиграф, 2004. – 223 с.
2. Бляхер, Л. Я. Очерк истории морфологии животных / Л. Я. Бляхер. – М. : Изд-во АН СССР, 1962.
3. Гайсинович, А. Е. Зарождение и развитие генетики / А. Е. Гайсинович. – М. : Наука, 1988.
4. Джохансон, Д. Люси: Истоки рода человеческого / Д. Джохансон, М. Иди. – М. : Мир, 1984.
5. История биологии : в 2 т. – М. : Наука, 1972. – Т. 1 ; 1975. – Т. 2.
6. Колчинский, Э. И. Неокатастрофизм и селекционизм: Вечная дилемма или возможность синтеза? (Историко-критические очерки) / Э. И. Колчинский. – СПб. : Наука, 2002.
7. Нидхэм, Дж. История эмбриологии / Дж. Нидхем. – М. : Иностран. лит-ра, 1947. – Т. 1.
8. Ноздрачев, А. Д. Нобелевские премии по физиологии или медицине за 100 лет / А. Д. Ноздрачев и др. – СПб. : Гуманистика, 2002.
9. Развитие эволюционной теории в СССР. – Л. : Наука, 1983.
10. Уотсон, Дж. Двойная спираль / Дж. Уотсон. – М. : Мир, 1969.
11. Воронцов, Н. Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н. Н. Уотсон. – М., 1999.
12. Канаев, И. И. Избранные труды по истории науки / И. И. Канаев. – СПб. : Алетейя, 2000.
13. Очерки истории естественнонаучных знаний в древности. – М. : Наука, 1982.
14. Mayr, E. The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance / E. Mayr. – Cambridge (Mass) ; London : Belknap Press, 1982.

Основные принципы подготовки к семинарским занятиям по курсу «История и методология биологии и биофизики» с помощью учебно-методического комплекса [[1–3](#); [38–40](#); [48](#)] включают:

1. Изучение теоретического материала курса, используя электронный конспект лекций и при необходимости список рекомендуемой литературы [[1–3](#); [38–40](#); [48](#)]. Для лучшего усвоения курса рекомендуется

руководствоваться понедельным календарным графиком ([прил. 6](#)) изучения курса в семестре, рекомендовано придерживаться этого графика.

2. После изучения нескольких модулей теоретического курса студент готовит презентацию с учетом настоящих методических рекомендаций, и осваивает самостоятельно дополнительные теоретические темы согласно разработанной программе дисциплины.
3. Для выявления пробелов в знаниях студентов в ходе освоения теоретического материала по каждому теоретическому модулю дисциплины следует использовать автоматизированную систему тестов [41], которые разработаны для каждой главы курса и позволяют оценить степень усвоения теоретического материала студентами. Показателем качества знаний студентов служат также результаты оценки преподавателем презентаций.

При подготовке к семинарским занятиям по дисциплине «История и методология биологии и биофизики» необходимо проводить тщательный подбор фактического материала, стремиться к отражению лишь капитальных обстоятельств истории, включение только тех данных, которые необходимы для убедительного изложения основных идей. В частности, чтобы зазвучали имена и заслуги величайших биофизиков, биологов и физиков прошлых веков и настоящего времени, тех, кто определил магистральные направления развития науки, необходимо самостоятельно подготовить презентации о великих ученых, провести исторический анализ отдельных отраслей биофизики и биологии вплоть до современности для понимания неразрывной связи прошлого и настоящего науки и практической ценности предмета, а также выступить с докладом на одном из занятий. С правилами подготовки презентации по выбранной теме, подготовленной в *Power Point*, для выступления во время семинарских занятий можно познакомиться в [прил. 1](#).

При изучении курса «История и методология биологии и биофизики» подготовка и представление презентации магистрантами, обучающимися по направлению «Физика», является необходимым элементом учебного процесса. Основная цель выполнения данной работы – развитие мышления и творческих способностей студента. В процессе выполнения этой работы у студента должны сформироваться следующие компетенции:

- умение корректно и убедительно представить свою позицию, воспринимать критику, достигать компромисса;
- понимание и использование основных философских категорий;
- применение методов научного познания;
- анализ и прогнозирование различных явлений и процессов;
- владение методологией обучения, принятия решений, постановки и разрешения проблем;
- способности к самоорганизации, организации и планированию;
- навыки работы с компьютером, умение использовать современные информационные технологии (справочные системы, Интернет и др.) для получения доступа к источникам информации, хранения и обработки данных;
- навыки управление информацией и приемы информационно-

описательной деятельности;

- навыки грамотной письменной и устной речи, деловой переписки;
- умение воспринимать и анализировать научный текст;
- знание истории и видение перспектив развития естественно-научного

познания.

Для успешной самостоятельной подготовки к семинарским занятиям студентам необходимо руководствоваться следующими рекомендациями по работе с различными источниками информации. Нужно иметь в виду, что помимо основной литературы желательно пользоваться дополнительной и новыми литературными источниками, в том числе и периодическими изданиями. Наряду с карточными каталогами все большее распространение в библиотеках получают электронные каталоги, которые существенно облегчают поиск информации по теме, поэтому нужно использовать возможности библиотеки СФУ: <http://lib.sfu-kras.ru/>.

Подготовка и защита презентации требует самостоятельности и творческого подхода. Основной целью работы является раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом, по согласованию с преподавателем. Студентам предоставляется право выбора темы презентации в пределах тематики, определяемой содержанием дисциплины (табл. 3). На второй неделе учебного процесса студент должен согласовать с преподавателем, ведущим семинарские занятия, выбранную тему презентации.

Работу над презентацией необходимо начинать с составления плана, определения ключевых проблем, подлежащих изучению. По необходимости студент может обратиться к преподавателю за индивидуальной консультацией, например, по согласованию плана работы и выявления основной проблематики избранной темы.

Следующим важным этапом является подбор и изучение литературы по исследуемой теме. При подготовке презентации после выбора темы нужно изучить достаточный для ее раскрытия объем литературы, сделать необходимые выписки с указанием автора, наименования работы, места и года ее издания, страниц.

На семинаре преподаватель может использовать различные формы текущего контроля знаний студентов – ответы на контрольные вопросы, экспресс-опросы, выполнение письменных заданий и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основной

1. История и методология биологии и биофизики : учеб. пособие / В. А. Кратасюк [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 272 с. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).
2. История и методология биологии и биофизики : учеб. программа дисциплины / В. А. Кратасюк [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 72 с. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).
3. История и методология биологии и биофизики : метод. указания по самостоятельной работе / В. А. Кратасюк [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 64 с. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).
4. Тейлор, Д. Биология : в 3 т. : пер. с англ. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под ред. Р. Сопера – 3-е изд. – М. : Мир, 2002.
5. Николаев, А. Я. Биологическая химия : учебник / А. Я. Николаев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 568 с. : ил.
6. Биохимия и молекулярная биология : конспект лекций / Н. М. Титова, А. А. Савченко, Т. Н. Замай и др. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 349 с. – (Биохимия и молекулярная биология : УМКД № 175-2007 / рук. творч. коллектива Н. М. Титова).
7. Мельников, М. Я. Экспериментальные методы химической кинетики. Фотохимия : учеб. пособие / М. Я. Мельников, В. Л. Иванов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 125 с.
8. Мюльберг, А. А. Фолдинг белка : учеб. пособие / А. А. Мюльберг. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 156 с.
9. Кларк, Д. Молекулярная биология / Д. Кларк, Л. Рассел. – М. : ЗАО «Компания КОНД», 2004. – 472 с.
10. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учеб.-справ. пособие / С. Н. Щелкунов. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : Сиб. универс. изд-во, 2004. – 496 с.
11. Кудряшева, Н. С. Физико-химические основы биолюминесцентного анализа : учеб. пособие / Н. С. Кудряшева, В. А. Кратасюк, Е. Н. Есимбекова. – Красноярск : Краснояр. гос. ун-т, 2002. – 154 с.
12. Сидоренко, В. М. Молекулярная спектроскопия биологических сред / В. М. Сидоренко. – М. : Высш. шк., 2004.
13. Экологическая биофизика : научно-педагогическое издание : в 3 т. / под общ. ред. проф. И. И. Гительсона и проф. Н. С. Печуркина. – Т. 1. Фотобиофизика экосистем. – М. : Логос, 2001. – 350 с.
14. Фотобиофизика : учеб. пособие / В. А. Кратасюк, И. Е. Суковатая,



Е. В. Немцева и др. – 413 с. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).

15. Фотобиофизика : метод. указания по самостоятельной работе / сост. : И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, Е. Н. Есимбекова и [др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 (рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк)).

16. Рубин, А. Б. Биофизика. Т.1–2 / А. Б. Рубин. – М. : Изд-во МГУ, 1999.

17. Суковатый, А. Г. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : учеб. пособие / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин, В. А. Кратасюк – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 177 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).

18. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : лаб. практикум / И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый, К. Н. Захарьин, В. А. Кратасюк. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 78 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).

19. Информационно-коммуникационные технологии в образовании : метод. указания по самостоятельной работе / сост. : И. Е. Суковатая, А. Г. Суковатый. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 16 с. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД №167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый).

20. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 5 кн. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика. – М. : Изд-во Аст-Пресс, 2005. – 208 с.

21. История биология (с древнейших времен до наших дней) / под ред. С. Р. Микулинского. – М. : Наука, 1972.

22. История биологии (с начала XX века до наших дней) / под ред. Л. Я. Бляхера. – М. : Наука, 1975.

23. Азимов, А. Краткая история биологии. От алхимии до генетики : пер. с англ. Л. А. Игоревского / А. Азимов. – М. : ЗАО Центрполиграф, 2004. – 223с.

24. Кун, Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М. : Изд. АСТ, 2001.

25. Поппер, К. Логика и рост научного знания / К. Поппер. – М. : Прогресс, 1983.

26. Рузавин, Г. И. Методология научного исследования : учеб. пособие для вузов / Г. И. Рузавин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317с.

27. Черникова, И. В. Философия и история науки : учеб. пособие / И. В. Черникова. – Томск : Изд-во НТЛ, 2001. – 352 с.

28. Кравченко, А. Ф. История науки и техники / А. Ф. Кравченко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 435 с.

29. Владимиров, Ю. А. Как написать дипломную работу / Ю. А. Владимиров. – М., 2000.

30. Кузин, Ф. А. Кандидатская диссертация. Методика написания, пра-

вила оформления и порядок защиты / Ф. А. Кузин. – М., 1998.

31. Эко, У. Как написать дипломную работу / У. Эко // Гуманитарные науки. – М. : Симпозиум, 2004. – 304 с.

32. Ноздрачев, А. Д. Нобелевские премии по физиологии или медицине за 100 лет / А. Д. Ноздрачев, А. Т. Марьянович, Е. Л. Поляков и др. – СПб. : Гуманистика, 2002.

33. Уотсон, Дж. Двойная спираль / Дж. Уотсон. – М. : Мир, 1969.

34. Шредингер, Э. Что такое жизнь? С точки зрения физика / Э. Шредингер. – 2-е изд. – М. : Атомиздат, 1972.

35. Кузнецова, Н. И. Социо-культурные проблемы формирования науки в России (XVIII – середина XIX вв.) / Н. И. Кузнецова. – М. : УРСС, 1997.

Дополнительная литература

36. СТО 4.2-07–2008. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности [текст] / разработ. : Т. В. Сильченко, Л. В. Белошапко, В. К. Младенцева, М. И. Губанова. – Введ. впервые 09.12.2008. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 47 с.

37. Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ / сост. : А. В. Сарафанов, М. М. Торопов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2008. – Вып. 3.

38. История и методология биологии и биофизики : организац.-метод. указания / В. А. Кратасюк [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 72 с. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк).

Электронные и интернет-ресурсы

39. История и методология биологии и биофизики [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / В. А. Кратасюк, И. Е. Суковатая, И. В. Свицерская [и др.]. – Электрон. дан. (165 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 225 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista* (32 бит) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*) ; *Microsoft PowerPoint 2003* или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902463).

40. История и методология биологии и биофизики. Банк тестовых заданий

[Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы / В. А. Кратасюк, Е. В. Немцева, Е. Н. Есимбекова [и др.]. – Электрон. дан. (46 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 106 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista* (32 бит) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*). – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902465).

41. Унифицированная система компьютерной проверки знаний тестированием UniTest версии 3.0.0 : руководство пользователя / А. Н. Шниперов, Б. М. Бидус. – Красноярск, 2008.

42. Nelson, D. L. Leninger Principles of Biochemistry (Fourth Edition) / D. L. Nelson, M. M. Cox [Электронный ресурс] (www.Molbiol.ru).

43. Биохимия и молекулярная биология. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс / Н. М. Титова, Т. Н. Субботина, Т. Н. Замай и др. – Электрон. дан. (143 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Биохимия и молекулярная биология : УМКД № 175-2007 / рук. творч. коллектива Н. М. Титова). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 135 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*). ISBN 978-5-7638-0882-7 (комплекса).

44. Фотобиофизика. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. – Электрон. дан. (177 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 96 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista* (32 бита) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*) ; *Microsoft PowerPoint 2003* или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802751 от 22.12.2008).

45. Суковатая, И. Е. Фотобиофизика. Банк тестовых заданий. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : контрольно-измерительные материалы / И. Е. Суковатая, В. В. Межевикин, Е. Н. Есимбекова. – Электрон. дан. (60 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 60 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista* (32 бита) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*). – (Номер гос. регистра-

ции в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802749 от 22.12.2008).

46. Суковатый, А. Г. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / А. Г. Суковатый, И. Е. Суковатая, К. Н. Захарьин. – Электрон. дан. (1345 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Информационно-коммуникационные технологии в образовании : УМКД № 167-2007 / рук. творч. коллектива А. Г. Суковатый). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 696 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бита) ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802718 от 19.12.2008).

47. Научная библиотека СФУ (www.lib.sfu-kras.ru)

Перечень наглядных и других пособий, методических указаний и материалов по техническим средствам обучения

48. История и методология биологии и биофизики. Презентационные материалы [Электронный ресурс] : наглядное пособие / В. А. Кратасюк, Е. В. Немцева, Е. Н. Есимбекова [и др.]. – Электрон. дан. (30 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – (История и методология биологии и биофизики : УМКД № 1314/599-2008 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 30 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320902464).

49. Интерактивные технические средства обучения : практическое руководство / сост. А. Г. Суковатый, К. Н. Захарьин, А. В. Казанцев, А. В. Сарафанов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 84 с.

50. Фотобиофизика. Презентационные материалы. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : наглядное пособие / И. Е. Суковатая, В. А. Кратасюк, В. В. Межевикин и др. – Электрон. дан. (33 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Фотобиофизика : УМКД № 141-2007 / рук. творч. коллектива В. А. Кратасюк). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 33 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бита) ; Microsoft PowerPoint 2003 или выше. – (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802753 от 22.12.2008).

51. Биохимия и молекулярная биология. Презентационные материалы.

Версия 1.0 [Электронный ресурс] : наглядное пособие / Е. В. Инжеваткин. – Электрон. дан. (28 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Биохимия и молекулярная биология : УМКД № 175-2007 / рук. творч. коллектива Н. М. Титова). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 256 Мб оперативной памяти ; 28 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Представление результатов научных исследований, подготовка презентационных материалов в формате PPT

В настоящее время в учебном процессе и представлении научных результатов достаточно широко используются презентационные материалы, оформленные в виде последовательности слайдов, демонстрируемых на экранах для аудитории слушателей. Электронные презентационные материалы (ЭПМ) разрабатываются как средство сопровождения общения докладчика с аудиторией, при этом современные ЭПМ должны предоставлять докладчику возможность произвольно регулировать темп лекции, частоту смены слайдов, а также дополнять письменно или в устной форме сведения, представленные на слайдах.

С точки зрения образовательного назначения, ЭПМ являются средством, предоставляющим возможность наглядного сопровождения образовательного процесса с применением мультимедийных технологий, в том числе с использованием графических образов. ЭПМ позволяют иллюстрировать динамику некоторых процессов (в учебных целях) за счет пошаговой (порционной) демонстрации отдельных информативных блоков, отображения, где это необходимо, не сразу всего слайда, а отдельных составляющих целого в определенные промежутки времени. В целях обеспечения эффективности использования ЭПМ рекомендуется разрабатывать, исходя из следующих принципов:

- использование специальным образом оформленного набора текстовых, графических и мультимедийных элементов, позволяющих доступно и кратко сформулировать сущность излагаемой информации;
- возможность гибкого управления содержанием презентации посредством быстрого доступа к необходимому в текущий момент блоку информации (система навигации);
- возможность оперативного возврата к ранее просмотренному блоку информации (система навигации в виде контекстно-зависимых перекрестных ссылок на слайдах).

С точки зрения программных средств подготовки презентационных материалов (например, среды *Microsoft Power Point*), в состав ЭПМ рекомендуется включать:

- специальным образом оформленный образец слайдов;
- текстовые блоки, таблицы, иллюстрации, схемы, диаграммы, формулы, видеофрагменты, анимации, а также прочие графические объекты и мультимедийные компоненты, созданные на различных платформах и обеспечивающие иллюстрацию необходимых сведений;
- элементы художественного оформления слайдов (оформление фона, цветовая схема оформления, набор используемых шрифтов);
- определенным образом настроенные параметры показа презентации.

Состав ЭПМ определяется отдельными типами слайдов, которые при



необходимости включаются в содержание ЭПМ. Поэтому рекомендуется использовать следующие типы слайдов:

- титульный слайд;
- заглавный слайд;
- слайд-содержание (план учебного занятия, научного семинара);
- слайд-введение (обзор темы);
- слайд, содержащий словарь (гlossарий);
- заключительные слайды с выводами;
- слайды с указанием источников дополнительных сведений;
- слайды, представляющие основное содержимое ЭПМ.

Титульный слайд является первым слайдом ЭПМ. На нем рекомендуется отображать: ведомственную принадлежность, символику (эмблему, логотип) и полное название образовательного/научного учреждения; сведения об учебном подразделении (институте и/или факультете СФУ), на базе которого были созданы материалы; в нижней части слайда указывается город (Красноярск) и год выпуска презентационных материалов, а также номер слайда (для титульного слайда – 1). В центре титульного слайда рекомендуется приводить графические элементы символики и фирменного стиля СФУ (например, логотип). Пример компоновки и содержания элементов в центре титульного слайда определяются в соответствии с использованием фирменного стиля СФУ ([рис. 1.1](#)).

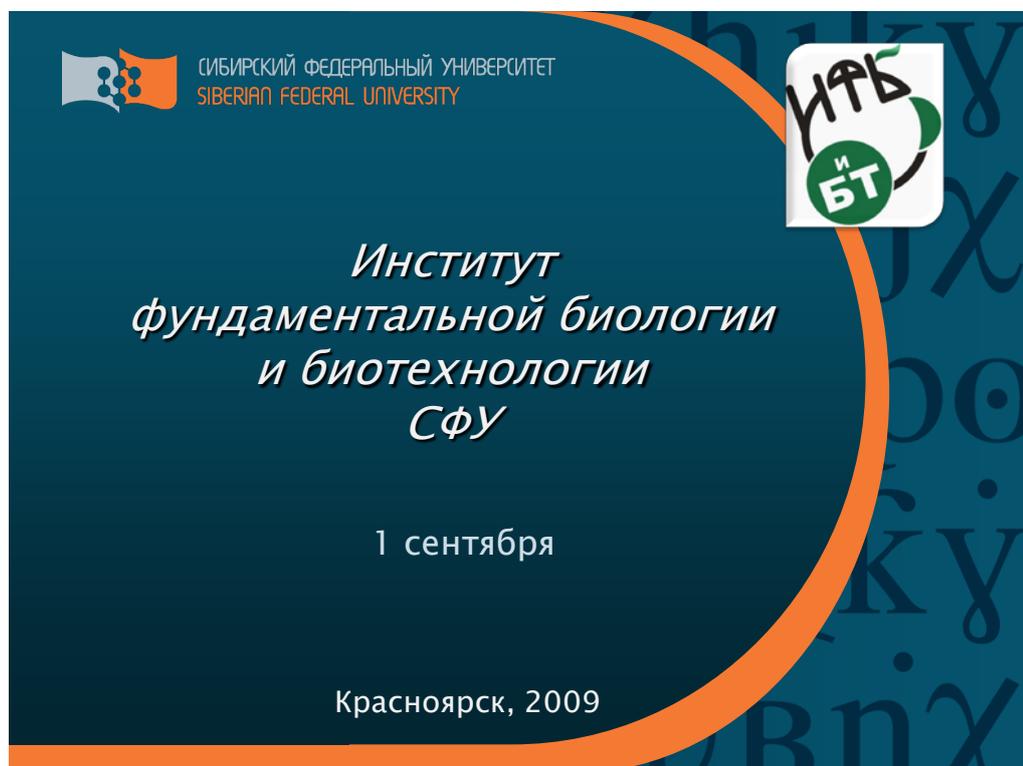


Рис. 1.1. Титульный слайд презентационных материалов

Заглавный слайд презентационных материалов располагается сразу после титульного слайда и может содержать в себе ([рис. 1.2](#)):

- сведения об авторе (преподавателе дисциплины): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание;
- название дисциплины, сведения об учебном занятии: тема и вид учебного занятия (лекция, практическое занятие, лабораторное занятие и т. д.);
- дату последнего изменения (актуальности) презентационных материалов.

На *слайде-содержании (план учебного занятия)* ([рис. 1.3](#)) рекомендуется располагать список разделов ЭПМ или перечень рассматриваемых вопросов. Данный перечень может быть оформлен в виде гиперссылок (активное содержание), которые позволяют как обеспечить быстрый доступ к необходимой части презентационных материалов в процессе их использования, так и приступить к докладу сразу с определенного места.

В заголовке слайда-содержания приводится соответствующий текст, отражающий содержимое этого слайда, например, «Содержание», «План лекции», «План занятия», «План доклада» и т. п.

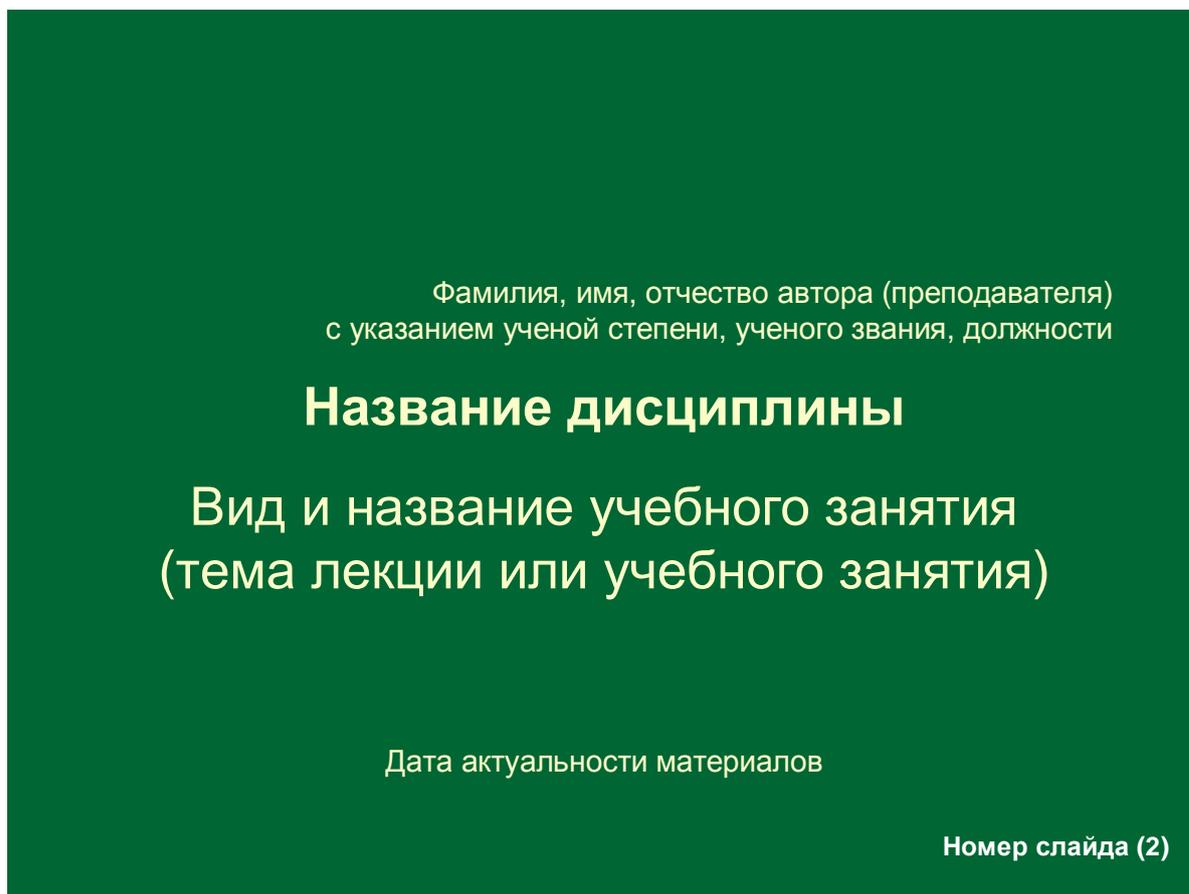


Рис.1. 2. Заглавный слайд презентационных материалов

Заголовок слайда-содержания

1. Название раздела презентационных материалов

2. Название раздела презентационных материалов

3. Название раздела презентационных материалов

4. Название раздела презентационных материалов

Вид и тема учебного занятия

3

Рис. 1.3. Слайд-содержание (план доклада)

Если список разделов ЭПМ или перечень рассматриваемых вопросов не уместятся на один слайд, возможно использование последующих слайдов для размещения их продолжения, однако при этом рекомендуется располагать не более 7 строк текста на каждом слайде.

Слайд-введение (обзор темы) может содержать указание на предмет обсуждения, формулировку темы занятия, определение отправных точек суждения или повествования, список изучаемых вопросов или разделов, а также примерное время, отводимое на их изучение. Обзор темы может иллюстрировать границы изучаемой предметной области, основную проблематику изучаемых вопросов и показывать взаимосвязь отдельных разделов или тем учебного материала.

Слайд, содержащий словарь (гlossарий), определяет основные термины и понятия, используемые в изучении учебного материала и иллюстрируемые презентационными материалами. Включаемые в словарь (гlossарий) термины и понятия рекомендуется оформлять в виде гиперссылок, направляющих на слайд (слайды), где используются термины и понятия в соответствующем контексте. При необходимости ссылки на несколько слайдов имеют смысл выполнить последовательность гиперссылок, в тексте каждой из которых указать нужные слайды.

В *заключительные слайды с выводами* рекомендуется включать крат-

кие выводы по рассмотренным вопросам, основные результаты, формулировку темы (при необходимости), а также итоги учебного занятия в сжатой форме.

В слайды с указанием источников дополнительных сведений обычно включаются данные о рекомендуемых изданиях по рассмотренному разделу теоретического курса, об интернет-источниках путем указания интернет-адресов, а также информация о других подобных курсах и т. п. Пример расположения указанных сведений представлен на [рис.1.4](#).

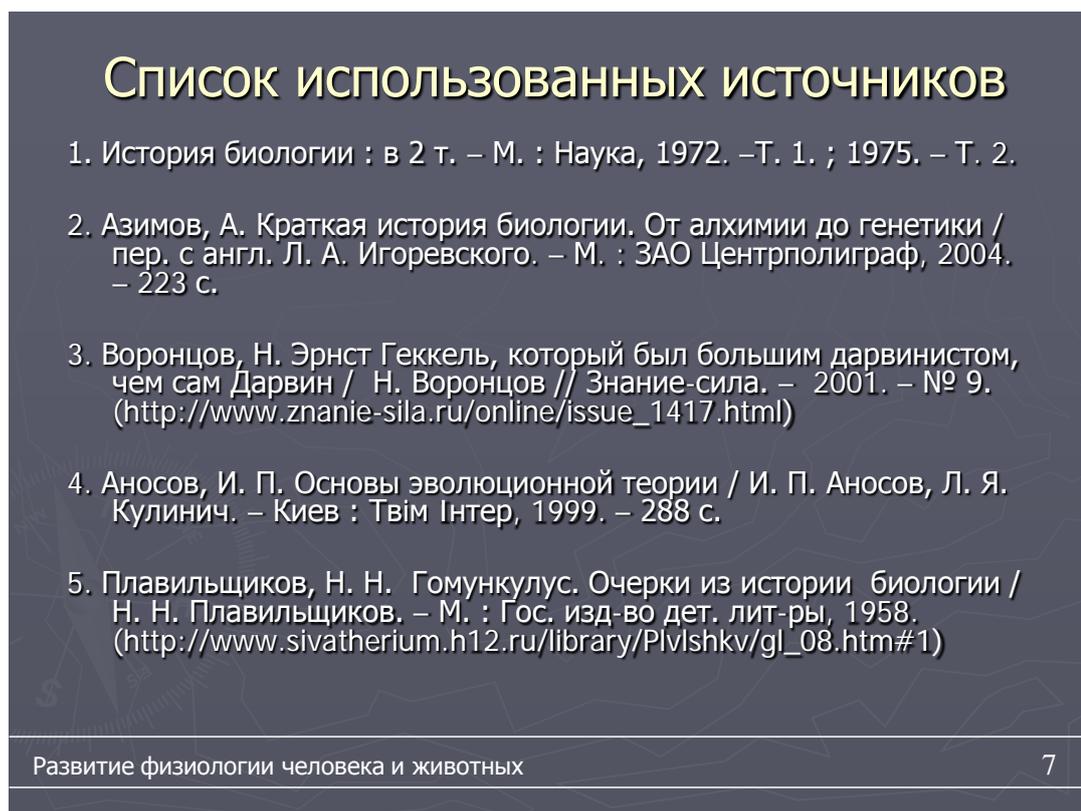


Рис. 1.4. Пример слайда с указанием источников дополнительной информации

Слайды, представляющие основное содержимое ЭПМ, раскрывают тему учебного материала посредством образов и набора смысловых элементов ([рис. 1.5](#)):

- текстовые объекты (например, заголовки, отдельные строки текста, надписи);
- таблицы;
- графические объекты (иллюстрации, схемы, диаграммы, в том числе организационные, формулы и др.);
- маркированные списки;
- анимации (управляемые и/или неуправляемые);
- видео- и аудиофрагменты и др.

Приглашение визит-профессоров в ИФБиТ

ИФБТ и БТ

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

видеоархив лекций визит-профессоров на сайте института <http://bio.sfu-kras.ru/>

Лекция 1

1 Сентября, г. Красноярск, 2009 г. 33

Лекции известных ученых в ИФБиТ в 2008 г.

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

ИФБТ и БТ

проф. И. А. Воробьев, МГУ

проф. Д. Ли, США

проф. Р. Тучан, США

проф. Фриц Швайнгрубер, Швейцария

Марка Даларка, Калифорния, США

проф. Ю. Борисов, г. Москва

проф. Йорг Оверман, Германия

проф. А.А. Болдырев, МГУ

1 сентября, г. Красноярск, 2009 г. 22

Рис. 1.5. Пример слайда, представляющего основное содержимое ЭПМ, раскрывающего тему учебного материала посредством образов и набора смысловых элементов

Оформление слайдов ЭПМ на высоком техническом уровне выполняется с использованием образца слайдов. Универсальный образец слайдов, как

правило, содержит следующие элементы:

- фон в определенной цветовой гамме;
- параметры форматирования шрифтов, заголовков и маркированных списков, принимаемые по умолчанию;
- поля для верхних и нижних колонтитулов, в том числе для размещения нумерации слайдов;
- варианты заливки и форматы обрамления графических объектов, форматирование соединительных линий, стрелок и другие параметры;
- параметры дополнительных эффектов (например, теней или объема), планируемых к использованию на слайдах.

В общем виде образец слайдов желательно оформлять в виде заголовка каждого слайда и области для основного содержимого.

Цвет фона слайдов ЭПМ рекомендуется выбирать, исходя из цвета основного текста и графических объектов слайда. Фон должен давать контрастное сочетание, т. е. текст, графика и другие информационные элементы содержимого слайдов должны выделяться на фоне. В [табл. 1.1](#) приведены сочетания основных цветов. Эффективность использования данных сочетаний цветов приводится по убыванию сверху вниз.

Таблица 1.1

Рекомендуемые сочетания цветов шрифта и фона

Цвет шрифта	Цвет фона
Белый	Синий
Желтый	Черный
Белый	Красный
Белый	Зеленый
Белый	Черный
Красный	Желтый
Зеленый	Красный
Красный	Зеленый

Цветовая схема оформления слайдов должна заключаться в принципе обратной контрастности, при котором изображение предметов и объектов светлее фона.

Важными элементами слайдов с основным содержанием являются нижние и верхние колонтитулы. Колонтитулы – это служебные средства пассивной навигации по ЭПМ, они могут отображать название ЭПМ, рассматриваемый вопрос и номер текущего слайда, что позволяет легко оперировать по ходу повествования ссылками на конкретный слайд. Сведения, приводимые в составе нижнего колонтитула, включают вид и тему учебного занятия, доклада. Нижний колонтитул дополнительно может включать в себя поле текущей даты, символику образовательного учреждения, учебного подразделения и другие сведения.

При наличии сложной структуры презентационных материалов, а

именно если материал презентации разбит более чем на четыре раздела (которые должны быть указаны на слайде с содержанием), в слайды основного содержимого рекомендуется включать верхний колонтитул, в котором приводится название текущего раздела презентации (рассматриваемый вопрос). Верхний колонтитул дает возможность аудитории осуществлять контроль над ходом рассмотрения вопросов презентации.

Рекомендации по художественному оформлению распространяются на следующие компоненты ЭПМ и их параметры: используемый шрифт, объем текстовой информации на одном слайде, цветовые характеристики фона и объектов слайдов, размеры и количество графических элементов слайда.

Художественное оформление ЭПМ рекомендуется выполнять таким образом, чтобы оно подчеркивало наиболее важные моменты, отражающие суть информации, концентрировало внимание аудитории на смысле излагаемой информации. Для этого используется ряд приемов.

В соответствии с художественными принципами оформления на слайде определяется количественное и пространственное расположение объектов, описывающих и иллюстрирующих содержательную часть ЭПМ.

При оформлении ЭПМ рекомендуется, где это возможно, соблюдать единый стиль оформления одинаковых объектов и элементов в различных участках ЭПМ (например, оформление одинаковых текстовых блоков, в том числе заголовков, подписей к рисункам и таблицам, колонтитулов, графических объектов и пр.).

При оформлении текстовой части ЭПМ ([рис.1.6](#)) рекомендуется использовать шрифты без засечек. К таким шрифтам относятся, например, *Arial*, *Impact*, *Tahoma*.

В рамках однородных текстовых блоков презентационных материалов обычно используется только один набор параметров форматирования шрифта (гарнитура, размер, начертание). В некоторых случаях для обеспечения правильного размещения элементов используется изменение размера шрифта, а внутри сложных графических объектов применяются шрифты различной гарнитуры.

Высоту шрифта для заголовков слайдов рекомендуется устанавливать от 30 до 34 пунктов. Оптимальный размер – 32 пункта. Нежелательно, чтобы заголовок занимал более чем три строки и содержал более 12 слов, включая предлоги.

Размер шрифта текстовых блоков основного содержимого слайдов рекомендуется устанавливать от 22 до 26 пунктов. При этом необходимо соблюдать разницу между шрифтами заголовка и основного текста в размере примерно 8 пунктов.

Название текущего раздела презентации (рассматриваемый вопрос)

Заголовок слайда

- Текстовый блок слайда
(в соответствии с требованиями к текстовым блокам)
- Текстовый блок слайда
(в соответствии с требованиями к текстовым блокам)

Вид и тема учебного занятия

7

Рис. 1.6. Слайды с основным содержанием с использованием текстовых блоков в одну колонку

Междустрочное расстояние для текстовых блоков рекомендуется устанавливать не менее 26 пунктов.

Для представления текстовой информации предпочтительно использовать короткие слова и предложения, сократить до минимума количество предлогов, наречий, прилагательных. Не рекомендуется использовать без необходимости слова из прописных букв.

Текстовые блоки слайда желательно размещать горизонтально. Наиболее важная информация обычно помещается в центр слайда.

Для выделения информации, постановки логического ударения в тексте следует использовать полужирное начертание шрифта текста, курсив или подчеркивание.

Рекомендуемое количество слов в предложении – 7–12. Не рекомендуется превышать суммарный объем текстовой информации на одном слайде в 7–9 строк.

Графические объекты являются основополагающими в процессе визуализации материалов ЭПМ. Графические объекты рекомендуется применять для:

- наглядного отображения представляемых процессов и явлений;
- обобщений и систематизации тематических смысловых блоков;

- общего «оживления» всего материала.

Желательно размещать в поле главного объекта слайда (на котором акцентируется внимание) не более 2–3 второстепенных объектов (например, текстовая информация, дополнительные рисунки, графики и т. д.).

Площадь, занимаемая графическим объектом, должна составлять не менее 50 % от всей смысловой площади слайда под его заголовком.

Значения цветов желательно устанавливать постоянными в соответствии с устойчивыми зрительными ассоциациями с реальными предметами и объектами. Для смыслового противопоставления объектов (данных) рекомендуется использование контрастных цветов (красный – зеленый, синий – желтый, белый – черный).

Очевидно, что невозможно создать исчерпывающий набор универсальных правил и рекомендаций, позволяющих оформить любой материал в формате ЭПМ. Приведенные положения позволяют определить минимальный состав, ту основу, которая должна изначально закладываться в оформление презентационных материалов.

Приложение 2. Формы и методы научного познания





Магистерская диссертация

Дни магистратуры СФУ, 16 - 17 апреля 2009



Кратасюк Валентина Александровна
 профессор, д.б.н. (биофизика),
 зав.кафедрой физико-химической биологии, Институт фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ,
 в.н.с. Института биофизики СО РАН,
 Courtesy Professor of University of Florida
 2004-2005 выпускник Программы Фулбрайта

Кратасюк Валентина Александровна Д.б.н., проф., зав.кафедрой биофизики СФУ, Courtesy Professor of University of Florida



235 публикаций (12 авт.св., 2 патента, 52 статьи)
 Более 50 грантов (ИНТАС, РФФИ, РГНФ, Научная программа НАТО, Программа Фулбрайт, CRDF, программы Минобразования и др.)
 Приглашенный профессор:
НАСА, Университет Флориды, Университет Северной Дакоты, ДВГУ и др.
 Конференции, выставки

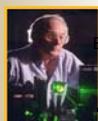
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Направление: **физика**
 Магистерская программа: **«Биофизика»**

Основная цель программы «Биофизика» - подготовка специалистов в области биофизики, владеющих современной методологией научного поиска и навыками работы на современном оборудовании для биологии, биотехнологии, медицины и других отраслей



Научная база - лаборатории кафедры физико-химической биологии, ЦКПП СФУ и НОЦ «Енисей», НИИ СО РАН., ФГУ «Центр госсанэпиднадзора в Красноярском крае» (ЦГСЭН), «Международный научный центр исследований экстремальных состояний организма» при Президиуме КНЦ СО РАН и др.



Визит-профессор
 Джон Ли
 (Университет Джорджии США)



Визит-профессор
 Гительзон Г.И.
 (Институт Белка РАН, г. Пущино)

курсы лекций известных профессоров ведущих российских и зарубежных ВУЗов.

В магистратуру принимаются лица, имеющие диплом государственного образца о высшем профессиональном образовании (диплом бакалавра или специалиста) любой специальности на конкурсной основе по результатам сдачи комплексного экзамена.

Кафедра физико-химической биологии, тел. 244-08-41, ауд. 13-08, e-mail: biophysics_sfu@mail.ru



Руководитель программ:
 профессор, доктор биологических наук
Валентина Александровна Кратасюк

Направление: **физика**
 Магистерская программа:
«Окружающая среда и человек: основы контроля и надзора»

Цель программы - профессиональная подготовка и переподготовка специалистов экологических служб по контролю и оценке состояния природных ресурсов.

Сферы профессиональной деятельности:
 государственные органы экологического и других типов контроля Госсанэпиднадзора, экологические службы различных предприятий, лаборатории контроля качества окружающей среды и диагностические лаборатории, Горно-химический комбинат г. Железногорска и др.



Федеральное агентство по образованию
 Федеральное государственное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Сибирский федеральный университет»

**Положение
 о магистерской
 диссертации**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор СФУ

_____ Е. А. Ваганов

«__» _____ 2008 г.

Принято на заседании
 Ученого совета СФУ
 «02» июня 2008 г.
 протокол № 5

Красноярск 2008



Общие положения

- Требования к содержанию, объему и структуре магистерской диссертации и ее защите.

Магистерская диссертация - выпускная квалификационная работа, являющаяся самостоятельным научным исследованием или проектом, выполняемым под руководством **научного руководителя** с возможностью привлечения одного или двух **научных консультантов**.



Общие положения



- Доказательства **компетенций** автора в избранной области профессиональной деятельности:
 - научно-исследовательской,
 - научно-педагогической,
 - опытно- и проектно-конструкторской,
 - организаторской и пр.



Содержание диссертации

результаты теоретических и экспериментальных исследований

- решение актуальных задач в области
 - науки,
 - техники,
 - технологии,
 - экономики,
 - менеджмента,
 - юриспруденции,
 - педагогики,
 - социального развития.

Чем отличаются науки?

- **Математика**
- **Естественные науки:**
 - Физика
 - Химия
 - Биология
- **Гуманитарные науки:**
 - Психология
 - Социология
 - Педагогика



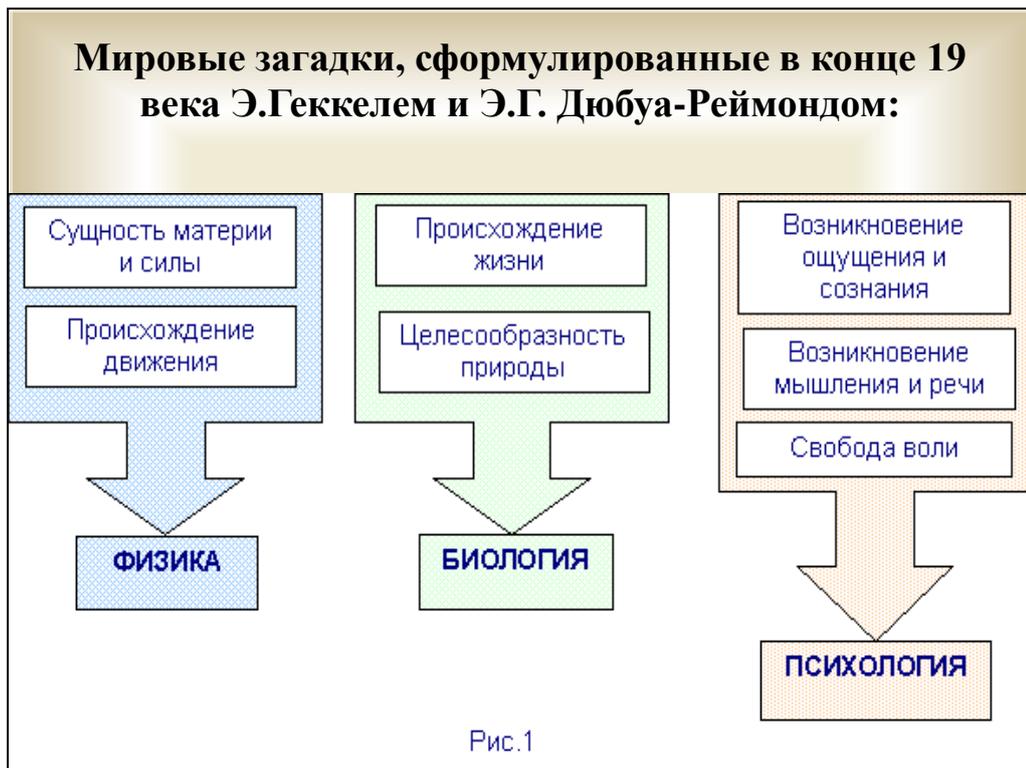
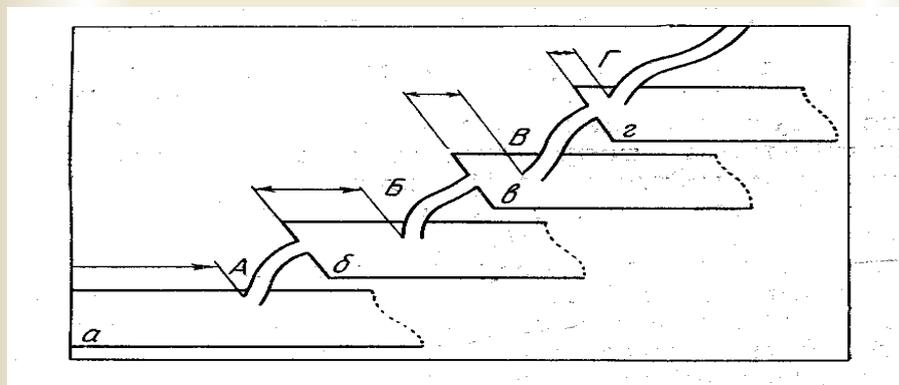


СХЕМА ОБЩЕГО ХОДА РАЗВИТИЯ НАУКИ



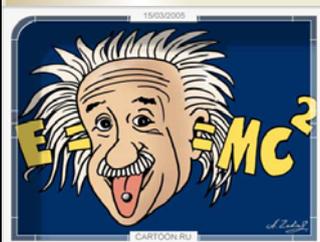
а, б, в, г - экстенсивный путь развития науки

А, Б, В, Г - интенсивный путь развития науки

История и методология
биологии и биофизики

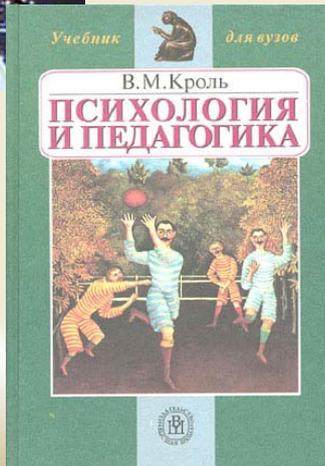
11

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ



- Законы разработаны
- Зрелая парадигма: разработана методология науки
- Парадигмы - признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и их решений
- Происходит углубление знаний об объекте
- **Физика**
 - Объект не меняется
- **Химия**
 - Объект преобразуется в ходе эксперимента по воле исследователя

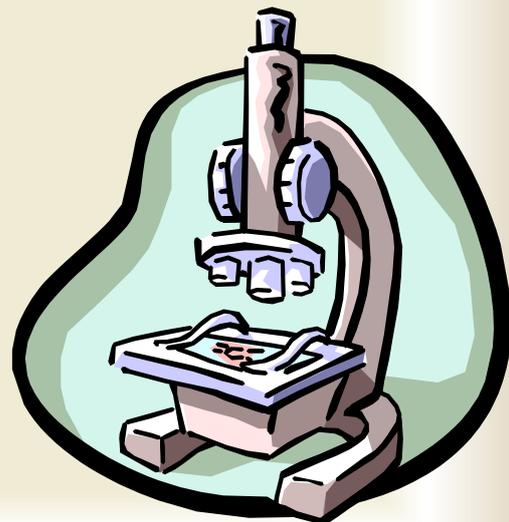
ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ



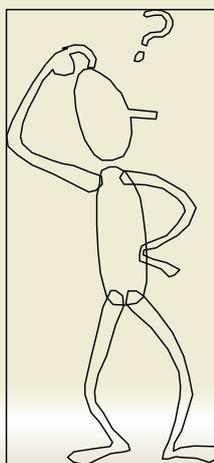
- **Биология**
 - Объект преобразуется в ходе эксперимента независимо от воли исследователя.
 - Парадигма разработана для отдельных отраслей
- **Психология**
 - Объект влияет на исследователя
 - Исследование как наблюдение

НАУЧНОЕ и ОБЫДЕННОЕ мышление

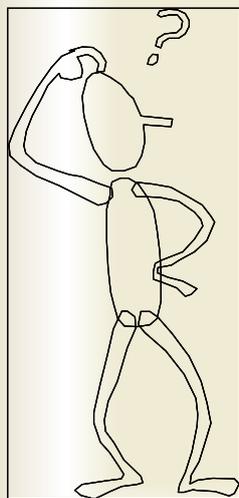
- **Есть окончательный ответ на вопрос**
- **Научный метод**
- **Вечный поиск**
- **Вечное творчество**
- **НАУКА**



НАУЧНЫЙ МЕТОД



НАУЧНЫЙ МЕТОД



- Проект в научный фонд
- Научная статья
- Доклад на научной конференции
- Курсовая работа
- Дипломная работа
- **Магистерская диссертация**
- Кандидатская диссертация
- Докторская диссертация
- Коммерческий проект (по форме)

Цели магистерской диссертации

Показать:

- *уровень профессиональной и общеобразовательной подготовки выпускника по соответствующей магистерской программе;*
- *умение изучать и обобщать литературные источники в соответствующей области знаний;*
- *способность самостоятельно проводить научные исследования, выполнять проектные работы, систематизировать и обобщать фактический материал;*
- *умение самостоятельно обосновывать выводы и практические рекомендации по результатам проведенных исследований.*

Требования к магистерской диссертации

Объем без приложений составляет:

- 70–80 страниц печатного текста для технических направлений
- 80–100 для гуманитарных направлений.

Диссертация должна быть:

- актуальной и решать поставленную задачу;
- содержать элементы научного исследования;
- выполняться с использованием современных методов
- получение результатов, имеющих научную **новизну** и теоретическое, прикладное или научно-методическое значение;
- апробацию результатов на научных конференциях и в публикациях в научных журналах и сборниках.
 - Магистерская диссертация не должна иметь исключительно учебный или компилятивный характер.

Требования к структуре работы

1. Титульный лист (Cover Page)
2. Задание на диссертацию
3. Реферат (на английском языке)
4. Основное содержание проекта (Project Description):
 - Введение
 - Литературный обзор
 - Материалы и методы
 - Результаты
 - Обсуждение результатов
 - Выводы
5. Заключение
6. Литература (References)
7. Приложения;
8. Вспомогательные указатели.

Написание проекта (план)

- Что такое проект (proposal)?
- Для чего их пишут?
 - *Проект - формальный документ, описывающий серию экспериментов, которые предполагаются провести для получения новой информации по специфической теме или из специальной области.*
 - *Постановка задачи и план для магистерской диссертации*

Каким образом проект (работа) будет оцениваться?

- Соответствие научной методологии
- Вероятность осуществления целей проекта
- Соответствие специальности
- Соответствие требованиям к (магистерской) работе.

Титульный лист (The Cover Page)

- Титульный лист содержит следующую информацию:
 - Краткое название проекта (работы), понятное научно образованному читателю
 - "Роль духовых инструментов в духовном становлении духовенства"
 - "Эффективность транспортировки химического соединения H_2O в таре, характеризующейся крупной пористостью"
 - Название должно подходить для публикации
 - 9 слов
 - Ключевые слова
 - Контактная информация об авторах и руководителях (имя, номера телефонов, факсов, e-mail)
 - Дата представления проекта
 - Подписи

ТЕЗИСЫ (The Abstract)

- Включает краткие (макс. 150 слов) тезисы, описывающие цели и методические подходы, но без детализации
- Основные ударные положения проекта должны быть включены в тезисы
- Специфические детали и обсуждение не должны быть включены в тезисы
- Писать последним

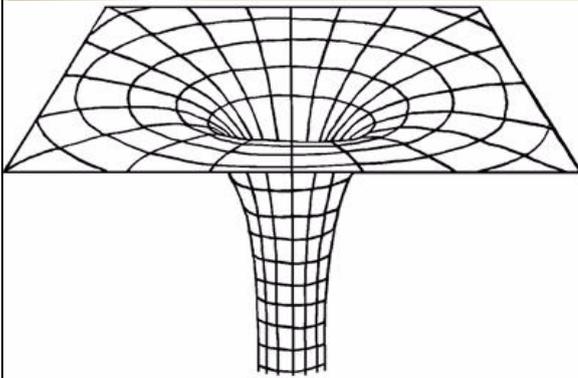
Реферат должен содержать:

- сведения об объеме диссертации (количество страниц);
- количество иллюстраций (рисунков), таблиц, приложений, использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- краткую характеристику работы.
- Перечень ключевых слов характеризует основное содержание магистерской диссертации и включает до 10–15 слов в именительном падеже, написанных через запятую в строку прописными буквами.
- Объем краткой характеристики работы 1500–2000 печатных знаков (примерно одна страница). Краткая характеристика работы должна отражать тему, предмет, характер и цель диссертации, методы исследования, полученные результаты и их новизну, область применения, возможность практической реализации.

Введение

- **Должно быть включено обсуждение настоящего состояния науки в изучаемой области, основанного на предыдущих исследованиях или исследованиях, проводимых в настоящий момент**
- **Доказательства необходимости проекта**
 - **изложение данных литературы (с особым вниманием к тому, что осталось невыясненным),**
 - **постановка задачи,**
 - **и (иногда) описание главного методического подхода к проблеме**

Введение: что известно



- Краткий обзор литературы начинается с описания ситуации в более широкой области науки, а потом тема, наподобие воронки, сужается всё больше и больше, направляя внимание непосредственно к предмету исследования.

Что неизвестно и почему?



- Для постановки задачи важно не то, что известно науке, а то, что науке **неизвестно**.
- Чтение научной литературы для учёного:
 - Разбираться в проблеме
 - Понять пробелы в знаниях человеческого общества, которые нужно ликвидировать

Что неизвестно и почему?



- Как отличить то, что неизвестно *лично мне*, от того, что неизвестно *никому*?
- Ни чтение литературы, ни посещение научных конференций не даёт полной гарантии от произвольного повторения в своих исследованиях того, что уже известно, т. е. от бесполезной работы.
- Понимание того, *почему* другие не смогли или не успели получить те данные, которые планируем получить мы, заметно уменьшает риск повторения пройденного.

Описание проекта: научные цели

- Формулирование вопросов
- Гипотеза – предполагаемый ответ
- Формулировка научной цели
- Цель работы принято формулировать прямолинейно:
 - *Задачей настоящей работы было выяснить, какое влияние... и т.д.*
 - *.... Понять почему?*
 - *....понять механизм? Закономерности и т.д.*
- Можно, конечно, придумать что-нибудь поновее, но в том же духе.

При формулировке гипотезы

- **Гипотеза – возможные ответы;**
- **обсуждение природы и количества данных, которые нужно получить;**
- **описание методов или подходов, которые будут использованы**
- **описание и обсуждение достоинств предполагаемого подхода перед всеми альтернативами;**
- **значение ожидаемых результатов**

Как делали

- В разделе (статьи, дипломной работы или диссертации) «Материалы и методы» обычно подробно описываются методы, используемые в работе.. Неписанный закон гласит:
- ***Любой компетентный ученый должен иметь возможность повторить все Ваши опыты, прочитав Вашу статью***

МЕТОДЫ

- Общая схема экспериментов
- Подробное описание методов и процедур
- Перечислить основное оборудование
- Описать достоинства этого подхода

Календарный план (Time Table)

Этап 1: Исследования, проект и подготовка лаборатории к экспериментам

Этап 2: подготовка приборов, предварительные эксперименты, калибровочные кривые, установка контрольных экспериментов для сравнения.

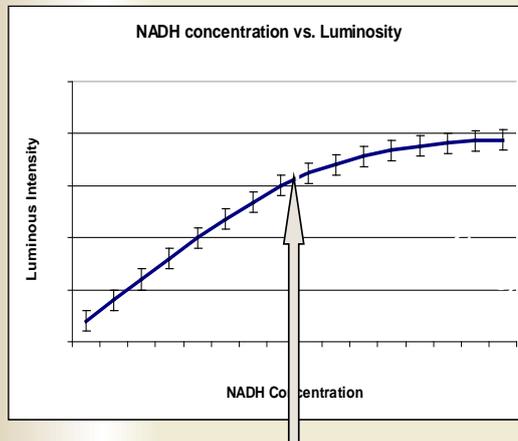
Этап 3: Сбор образцов, экстракция НАДН, начало экспериментов с биолюминесценцией.

Этап 4: Продолжение экспериментов, сравнительный анализ полученных результатов.

Этап 5: Анализ полученных результатов/статистическая обработка

Этап 6: Отчет и подготовка постера

Ожидаемые результаты



- Калибровочная кривая
- Предполагаемый ответ - цель

Обсуждение результатов

- «Обсуждение результатов» - это зеркальное отображение «Введения».
- «Введение»: обоснование задачи конкретного исследования, исходя из уровня современной науки.
- «Обсуждении результатов»: понять значение ожидаемых результатов для науки в целом

Обсуждение результатов и заключение

- Осмысливание предполагает сравнение полученных данных не только между собой, но и с имеющимися отношения к делу данными других авторов.
- Конечная цель обсуждения - понять, что же изменится в мировой науке в результате данной работы. Новизна.

Непосредственная же задача обсуждения

- обосновать общее заключение, главный вывод (или выводы) из работы
- ответ на поставленный вопрос-гипотезу
- формулировка новой гипотезы.
- описание перспектив работы

Подводные камни и ограничивающие обстоятельства

- Причины, которые могут помешать выполнению проекта
- Отсутствие нужных приборов и реактивов
- Трудность получения контрольных образцов
- Другой ответ на гипотетический вопрос: или...или
- Относительность измерений – невозможность измерить точные концентрации

Ссылки (References)

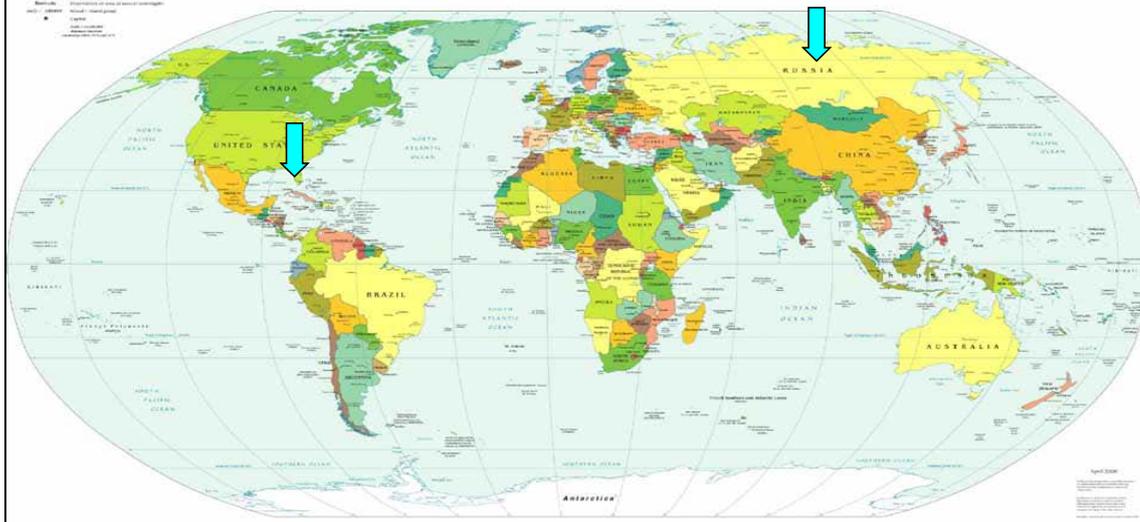
- Цитированный источник
- Статья в журнале, тексты, личные сообщения, Интернет-источники и т.д.



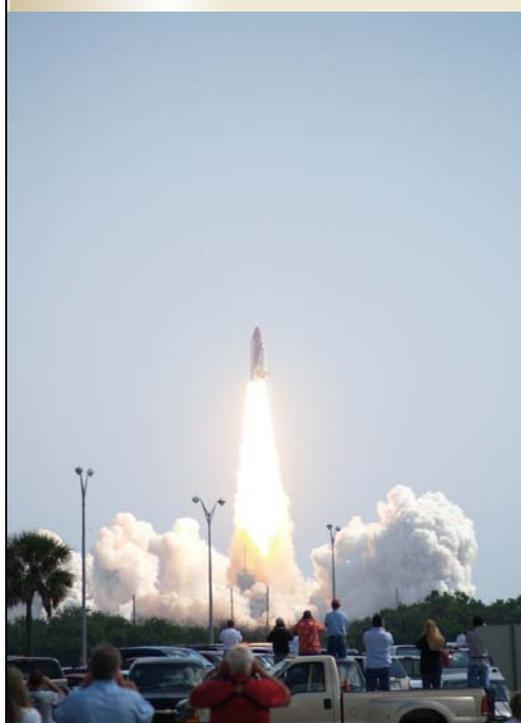
Bioluminescence in the Spaceflight and Life Science Training Program (SLSTP) at Kennedy Space Center



Political Map of the World, April 2000



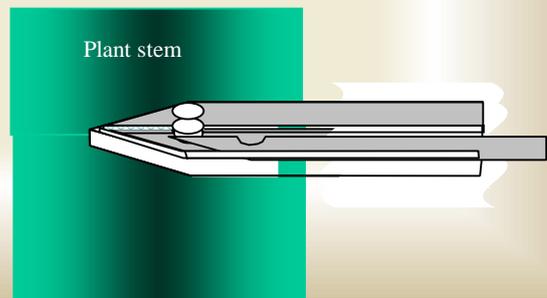
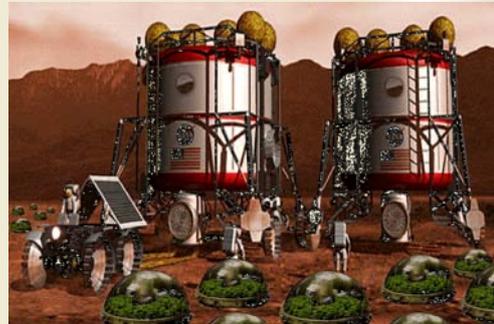
Spaceflight and Life Sciences Training Program



- Provides Space Science research for the "best & brightest" college students
- Six week summer program managed by NASA's ESMD, Dynamac Corp. and Bionetics Corp. (SLSL – O&C – BOSU)

The goal: **to design bioluminescent biosensors** for a simulated flight experiment in environmental chambers and Mars greenhouse at KSC.

- *for in-situ monitoring the stress responses in plants growing in Mars greenhouse and environmental chambers.*
- *for control air, water and soil contaminations in closed ecological systems*



Bioluminescent Biosensors for Space Biotechnology

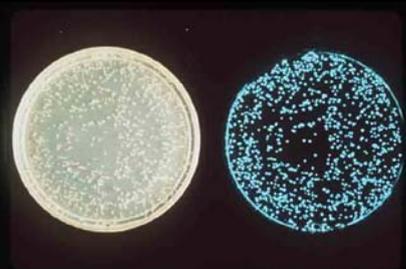
Glowing Experiments Team

- **Russian PIs:** Prof. Valentina Kratasyuk, Dr. Sergey Gusev
- **USA PIs:** Prof. Ray A. Bucklin, Dr. Melanie Correll, Dr. Vadim Rygalov,
- **SLSTP:** Dr. Tom W. Dreschel, Dr. Peter V. Chetirkin
- **Diane Shoeman, SIFT teacher, Merritt Island HS**
- **SLSTP Trainees:** Frank Mycroft, Li Yang






Bioluminescent Biosensors: Monitoring Plant Health in Space, on the Moon and Mars



Frank Mycroft
SLSTP Trainee
Environmental Systems
Group

Under
Principle Investigator Dr. Valentina Kratasyuk
Krasnoyarsk State University





Brief Overview



- Project purpose
- Important terminology and reactions
- Why biosensors over mechanical and chemical sensors
- Plant stresses/health
- Hypothesis, methods, outcomes, limitations



Introduction: Our Purpose

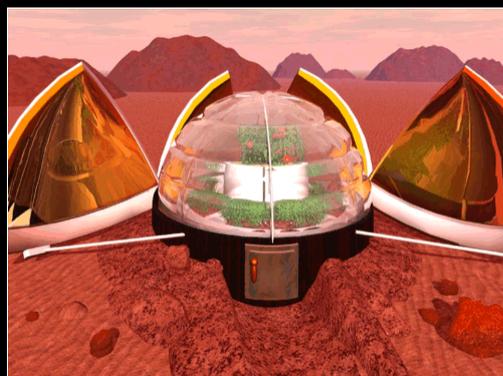
- Keep plants healthy in space and on future greenhouses on and off our world
 - Improve our understanding of plant requirements here on Earth
 - Develop portable biological probes to supplant larger mechanical ones



48

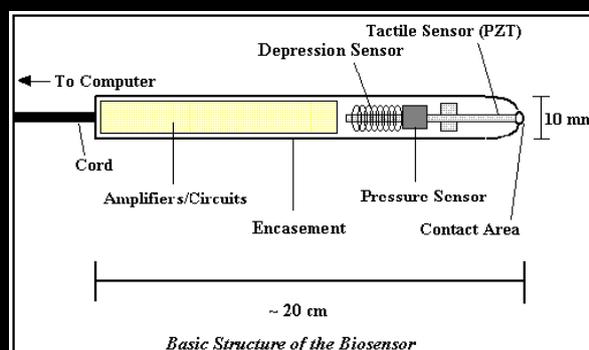
Introduction

We will monitor the stress responses (*the levels of NADH and ATP*) in plants being grown in the Mars greenhouse, using the enzymatic reactions of bioluminescent organisms



Why Biosensors?

- Near instantaneous response times
- High sensitivity
- Quantitative results
- User-friendly
- Allow for rapid biotests



Why Biosensors?

The heart of mechanical monitoring systems are often large and cumbersome:



Gas Chromatograph

Why Biosensors?

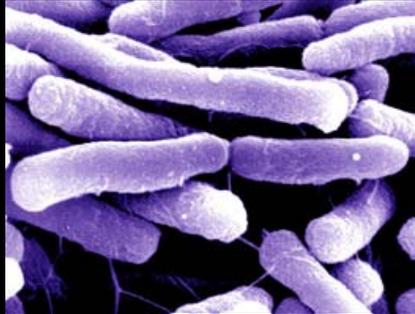
The main component of biosensors is rather small:



Biosensor

Why Biosensors?

Zooming
in...



Bioluminescent *Escherichia coli*

(genetically modified strain) ____

Lastly, they are fun to work with

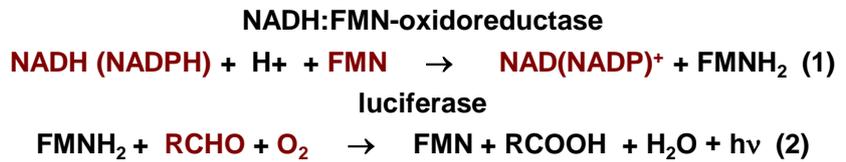
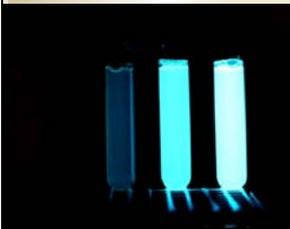
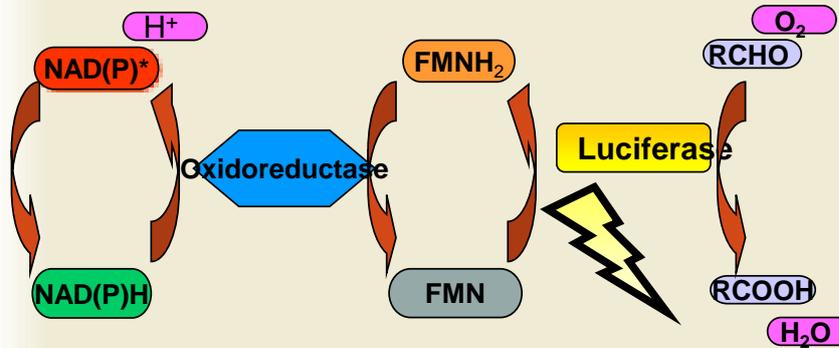


Various applied stresses

- Control (Stress-free)
- Low Pressure
- High CO₂
- Desiccation
- Hypoxia – flooding plants to root/shoot junction

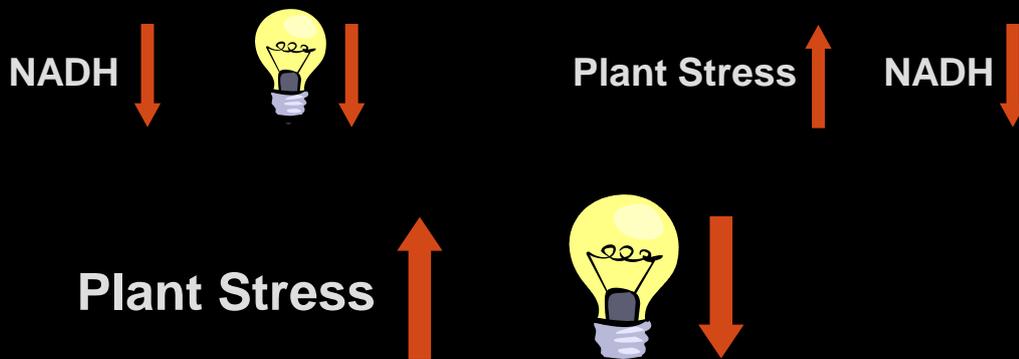


SPECIFIC ASSAYS in Coupled Enzyme System: oxidoreductase-luciferase - NADH (NADPH), FMN, NAD(NADP)⁺, aldehyde, O₂



Hypothesis

Applying different stresses to plants will reduce their NADH production, thereby reducing the primary reagent for the bioluminescent reaction, measurably dimming biosensors.

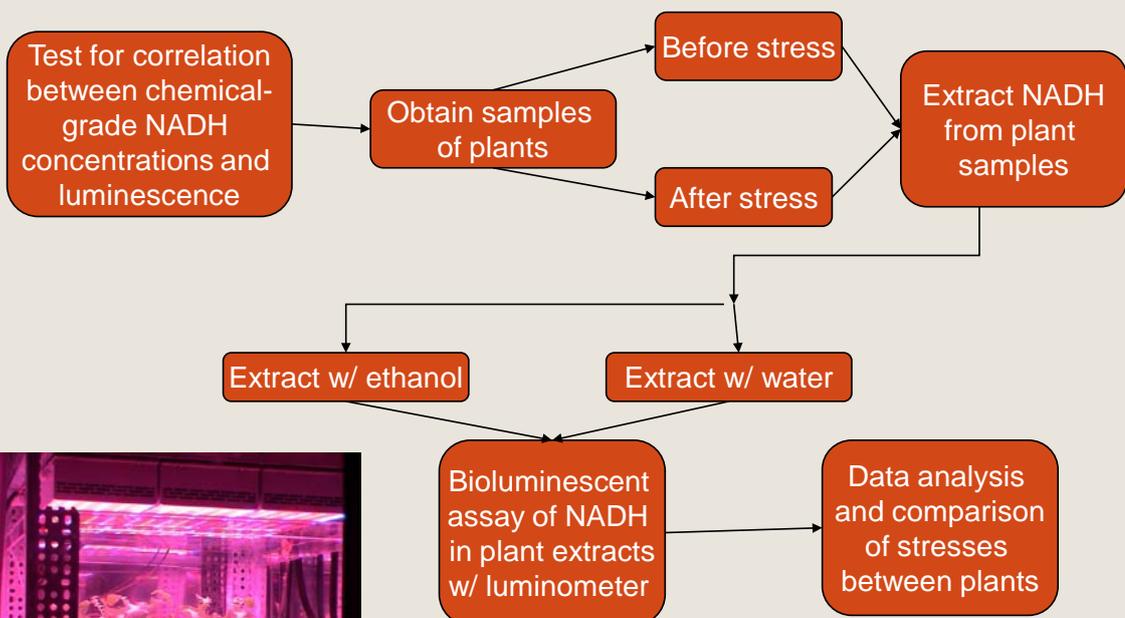


Materials

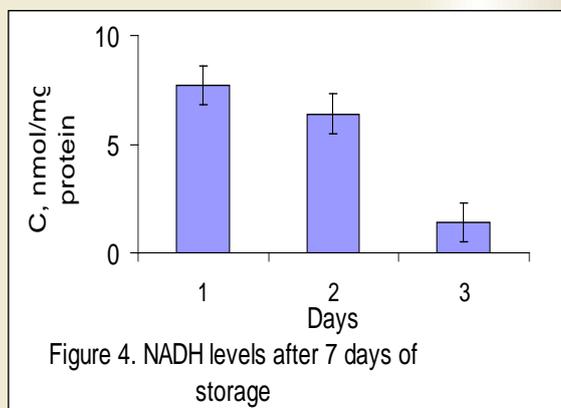
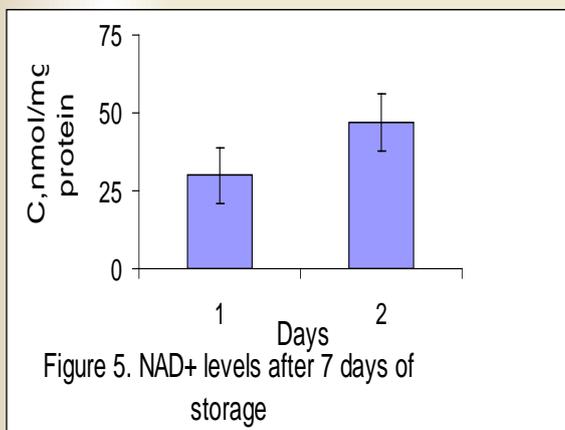
- Bioluminometer
- NanoCeram® Filters from Argonide Co.
- 3000g Centrifuge
- Balance (accurate to 10^{-5} g)
- Flasks, mortar and pestle, test tubes, micropipettes, syringes
- Vortex genie
- Plant samples from SLS lab Mars greenhouse and environmental chambers before and after applied stress
- Chemicals including:
 - Luciferase
 - Oxidoreductase
 - Myristic aldehyde
 - NADH, FMN, EtOH, NAD(P)H:FMN:OR
 - Potassium phosphate buffer
- Recombinant *E. coli* (+LUX-gene)



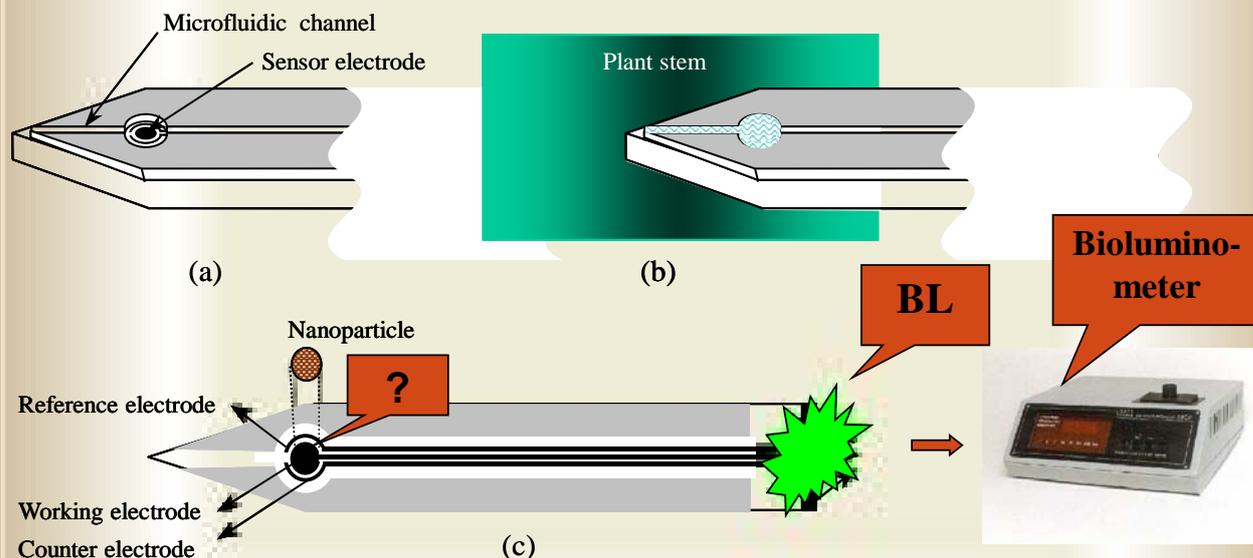
Experimental Method



Ожидаемые результаты



A Needle-type Nanomaterial-integrated Luminescent Sensors for In-situ Plant Physiology Monitoring



Pitfalls and Limitations

- Changes in luminosity may arise from variations in sample size, extract purity, and the thoroughness of the mixing procedure.
- Relative measurements only – no way to measure absolute concentrations of NADH
- Want to limit damage to plants
- Difficult to determine the source of stress

Time Table

Week 1: Research, proposal and lab preparation

Week 2: Calibrate bioluminometer, NADH calibrative curve, set controls for comparison.

Week 3: Sample acquisition, NADH extraction, begin bioluminescent experiments.

Week 4: Continue bioluminescent experiments, compare results between Mars greenhouse and more standard SLSL environmental chambers.

Week 5: Data Analysis/Statistical Significance

Week 6: Final Report and Poster Preparation

References

- Cantarow, Walter and B. David Stollar. (1976) *Analytical Biochemistry*. **71**, 333-340.
- Karp, Matti T., Raimo P. Raunio and Timo N-E. Lovgren. (1983) *Analytical Biochemistry*. **128**,175-180.
- Kratasyuk, Valentina, Sergey Gusev, Ray Allen Bucklin and Melanie Correll. (2005) *Glow to Grow Experiment*. SLSTP 2005
- Roda, Aldo, Massimo Guardigli, Elisa Michelini, Mara Mirasoli, Patrizia Pasini. (2003) *Analytical Chemistry*. 462-470.
- Schmid, Ulrike, Karl-Ludwig Schimz and Hermann Sahn. (1989) *Analytical Biochemistry*. **180**, 17-23.



Acknowledgements



Dr. Valentina Kratasyuk, Professor and Director of the Biophysical Dept. of Krasnoyarsk State University

Ms. Diane Shoeman, Science Teacher at Merritt Island High School

Julie Yang, Fellow Environmental Systems SLSTP Trainee working with bioluminescence

Dr. Michael Roberts, Principle scientist LSSC Molecular Microbial Ecology Laboratory

Ms. Brittanian Medina, Environ. Systems PC

Project Counselors, Principle Investigators, and all those working to make NASA and SLSTP what it is today



Questions?

"Think Big, Talk Little, Love Much, Laugh Easily, Work Hard, Give Freely, Pay Cash, And be Kind.

--It is enough."

- Ralph Waldo Emerson

UF UNIVERSITY of FLORIDA

Institute of Food and Agricultural Sciences
Agricultural & Biological Engineering Department

Bioluminescent Assay of Pyridine Nucleotides for Monitoring Plant Stress

N.Remmel¹, E.Esimbekova¹, M.Correll², R.Bucklin² and V.Kratasyuk¹

¹Krasnoyarsk State University, Russia; ²University of Florida, USA

Abstract

A bioluminescent assay for monitoring key metabolites that are indicators of stress in plants has been developed to study the effects of cold storage on the reduced and oxidized levels of nicotinamide adenine dinucleotide (NAD(P)H and NAD(P)⁺). Enzymes of luminous bacteria – luciferase and NAD(P)H:FMN-oxidoreductase – were used to develop bioluminescent assays to measure such metabolites as NAD(P)H, NAD(P)⁺ in plant extracts. A procedure for the extraction of reduced and oxidized forms of nicotinamide adenine dinucleotide from plant tissue was developed. The amount of NAD(P)H and NAD(P)⁺ in plant extracts depended on the duration of plant storage at 4 °C. Longer storage time resulted in increasing of NAD(P)H/NAD(P)⁺ ratio suggesting increased oxidative stress of tissues. The developed assays are rapid, low cost and easily performed to quantify key metabolites in plant tissues and can be used to indicate the quality of food.

Materials and Methods

Radish (*Raphanus sativus* L. cv Cherry Bell) plants or cormorhels were purchased from the local grocery store and used for assays. The "storage roots" were subjected to stress treatments (stored in a refrigerator at 4 °C for several days) and evaluated for NAD(P)H and NAD(P)⁺ concentration in ethanol extracts by bioluminescent methods. All steps of extraction procedure were performed at 4 °C and were adapted from (Golden and Katz, 1980). A sample of 1 g of fresh or frozen (liquid nitrogen) radish roots tissue was ground and homogenized in 5 ml of 70% (v/v) ethanol solution with mortar and pestle, kept for 20 min before being squeezed through 5 layers of cheese cloth. Extracts were centrifuged at 3000 × g for 20 min and the supernatant was used for NADH and NAD⁺ assays. All assays were performed at room temperature. The background of bioluminescent signal (I_{background}) for NADH assay was measured in reaction mixture consisted of the following reagents: 150 µl of 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8), 90 µl of NADH monitoring reagent (luciferase and NADH:FMN-oxidoreductase), 10 µl of 0.05 mM FMN and 10 µl of 0.002% (v/v) myristinaldehyde and 5 µl of 70% (v/v) ethanol. To measure concentration of NADH in tissue extract 5 µl of plant extract were added to the reaction mixture instead of ethanol and the maximum bioluminescent signal I in the sample was recorded (Table 1). Real bioluminescence was calculated as I_{sample} - I_{background}. The NAD⁺ present in the sample was then converted to NADH with ADH reaction (Table 2). Concentrations of NADH and NAD⁺ were calculated according standard calibration curves as differences between total nucleotides content or the systems could be internally calibrated by adding known amounts of nucleotides. Duplicate samples agreed within 5%. Lyophilized NADH monitoring reagent includes enzymes Luciferase (L) from *Photobacterium leiognathi* (0.5 mg), as well as NADH:FMN-oxidoreductase (R) from *Vibrio fischeri* (0.15 units of activity) were provided by the Bacterial Bioluminescence Laboratory of the Institute of Biophysics, SB RAS (Krasnoyarsk, Russia). Fluorimeter FL-800 (Bio-tek instruments, Inc) was used to measure bioluminescence signals. The nucleotide concentration was calculated as moles per milligram of protein. Spectrophotometer (DU 800 Beckman Coulter) measurements were performed to compare different measurement techniques.

Results and Discussion

The procedures for monitoring NADH and NAD⁺ by coupling the alcohol dehydrogenase (ADH) reaction to the light-producing bacterial luciferase reaction has been developed for radish roots. Ethanol was used to extract NAD(P)H and NAD(P)⁺ from plant tissue so that the assay system included all necessary substrates and enzymes to produce light except ADH. This method was used to monitor pyridine nucleotides from radish exposed to stress conditions i.e. cold storage at 4 °C. The bioluminescent assay detected pyridine nucleotides at the nanomolar level, one hundred times lower than the detectable limit for NADH by spectroscopic methods (Figures 2 and 3). This enhanced sensitivity of the assay can measure NADH in milligram amounts of plant tissue. For example, for the "storage roots" of radish as little as 100 mg of tissue was enough to quantify NADH using only 5 µl from the extracted sample. These results demonstrate that pools of pyridine nucleotides are altered during storage of plants even at low temperature. A 5.5 – fold decrease in NADH content and a 1.6 – fold increase for NAD⁺ from roots radish under stress treatment (storage after 7 days) was found when compared with the controls. Thus, the ratio of NAD⁺ / NADH increased 4 – fold after 7 days of storage. Our results agree with previous studies that show alteration in pyridine nucleotides levels in response to the environment (Robertson et al., 1995). The fact that the NAD(P)H/NAD(P)⁺ pair takes part in a very large number of metabolic redox reactions makes it a universal indicator of the redox state and bioenergetic status of tissue. There has been a continual interest in, and need for, reliable detection methods for the measurement of redox state in plant tissue. Bioluminescent methods have several advantages over traditional methods for detection of chemicals because they are rapid, have reagent stability, have robust performance in harsh conditions, and are easily performed. Applications of this system may aid in improving diagnostics for food quality and the development of better storage techniques for produce.

Introduction

Bioluminescence may be used as a feedback mechanism to control environmental systems through the detection of the different levels of metabolic compounds and enzyme activities *in vivo* and *in situ*. Pyridine and Flavine nucleotides are key redox carriers in the soluble phase of all living cells and both play crucial roles in pro- and antioxidant metabolism and non-redox mechanisms in particular in plant stress responses. Several studies show that pyridine and flavine nucleotides pools are plastic in plants, and can undergo significant changes in response to the environment. In addition, stress can alter the NAD(P)H/NAD(P)⁺ ratio. Through the use of the enzymatic systems of luminous bacteria it is possible to compare the levels of key metabolites (NAD(P)H, NAD(P)⁺, FMN, aldehyde) in plant extracts from "healthy" and stressed tissues. The extraction and measurement of reduced and oxidized forms of nicotinamide adenine dinucleotide can be performed using a single-step procedure with light-producing bacterial luciferase reaction that is coupled with alcohol dehydrogenase (ADH) reaction in following scheme (Figure 1):

$$\text{NAD}^+ + \text{Et(OH)} \xrightarrow{\text{ADH}} \text{NADH} + \text{acetaldehyde}$$

$$\text{NADH} + \text{H}^+ + \text{FMN} \xrightarrow{\text{NADH:FMN-oxidoreductase}} \text{FMNH}_2 + \text{NAD}^+$$

$$\text{FMNH}_2 + \text{RCHO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Luciferase}} \text{FMN} + \text{RCOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{light}$$

A bacterial bioluminescent reaction with luciferase and NADH-specific oxidoreductase emit light directly proportional to the amount of NADH in the sample when NADH concentration is limited. After NADH has been measured, NAD⁺ present in extract was enzymatically converted to NADH by ADH and luminescence measured. Here, we describe a simple procedure for the measurement of NADH and NAD⁺ by bioluminescent assays to monitor oxidative stress in plants.

Conclusions

The extraction and measurement of reduced and oxidized forms of nicotinamide adenine dinucleotide can be performed using a single-step procedure with the light-producing bacterial luciferase reaction coupled with alcohol dehydrogenase. This method can readily be applied to measure metabolite concentration as possible indicators of stress of produce during cold storage.

Future Work

- Tests are underway to compare different levels of metabolites using the bioluminescent assay developed here to monitor the oxidative state of plants during growth and storage.
- Stress treatments will include increases in temperature and alterations in gas phase surrounding tissues (CO₂ low pressure etc.)

Acknowledgements

This research has been supported by Fulbright Program (fellowship for Prof. Veronika Kratasyuk), Programs of Russian Federal Agency on Science and Innovations "Fellowships for young scientists and teachers on research in Foreign Scientific Centers", contracts No.444.11.7295, No.442.11.7264 and FAS at the University of Florida.

The authors gratefully acknowledge the skillful technical assistance of Veronika Correll for use of equipment and Park Mycofort with poster. We also thank Sergey Ermakov for constructive comments and discussions.

References

1. Brain SE, Nasser P. (1992) *Biochem Biophys Methods*, Oct. 25 (2-3), 149-62.
2. Golden S and Katz J. (1980) *Biochemistry J*, 188, 799-805.
3. Kato, Maki T., Riano P., Baurio and Tim N.E. *Langen*, (1983) *Analytical Biochemistry*, 128, 175-180.
4. Kozlov M., Voronen P.I. (1986) *Methods Enzymology*, 122, 147-52.
5. Kratasyuk V.A. and Esimbekova E.N. (2003) *Polymer: Biomaterials*, Ed. R. Arshady, London: Cliva Books, 301-343.
6. Kratasyuk, Valentina, Sergey Gusev, Ray Allen Bucklin and Melanie Correll. (2005) *Glow in Grass* Government, 63-75, 2005.
7. Kudryashova N.S., Kudnova L.Y., Esimbekova E.N. et al. (1999) *Applied Biochemistry and Microbiology* 36 (4), 424-433.
8. Robertson D., Davies D., Gerrish Ch et al. (1995) *Plant Molecular Biology*, 27, 59-67.

Objectives

To study the concentrations of key metabolites in stress-treated plants.

- Measure the contents of pyridine nucleotides in plants by bioluminescent method
- Evaluate metabolite concentration and NADH/NAD⁺ ratio with stress

Table 1. Assay of NADH

10 µl 0.002% ROCH in EtOH	10 µl 0.04mM FMN in H ₂ O
10 µl 0.04mM FMN in Buffer	10 µl 0.04mM FMN in H ₂ O
90 µl Luciferase	90 µl Luciferase
150 µl Phosphate Buffer	150 µl Phosphate Buffer
5 µl Sample	5 µl Sample
	5 µl ADH

Table 2. Assay of NAD⁺

10 µl 0.002% ROCH in EtOH	10 µl 0.04mM FMN in H ₂ O
10 µl 0.04mM FMN in Buffer	10 µl 0.04mM FMN in H ₂ O
90 µl Luciferase	90 µl Luciferase
150 µl Phosphate Buffer	150 µl Phosphate Buffer
5 µl Sample	5 µl Sample
	5 µl ADH

Figure 1. Bioluminescent assay in a triple enzymatic reaction with alcohol dehydrogenase

Figure 2. Standard curve for NADH

Figure 3. Standard curve for NADH

Figure 4. NADH levels after 2 days of storage

Figure 5. NAD+ levels after 7 days of storage



Go
Discovery!



Институт фундаментальной
биологии и биотехнологии



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY
Будущее в настоящем • Future in the present

Проект «Сравнительный анализ роли науки в образовании в
университетах США и России»

Предпосылки

- **Модели образования и науки в США и России существенно различаются:**
 - **в США** - наука и образование в университетах
 - **в России** - образование - в университетах, наука - в РАН, университетах, научных организациях военно-промышленного комплекса и отраслевых министерств.
- **Интеграция науки и высшего образования России:**
 - НОЦ «Исследовательская кафедра биофизики» (**ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России»**)
 - НОЦ «Енисей» (проект "Фундаментальные основы экологизации образования и технологий", **Российско-Американская Программы "Фундаментальные исследования и высшее образование"**).
- **Реформа образования в России - ПОИСК МОДЕЛИ**

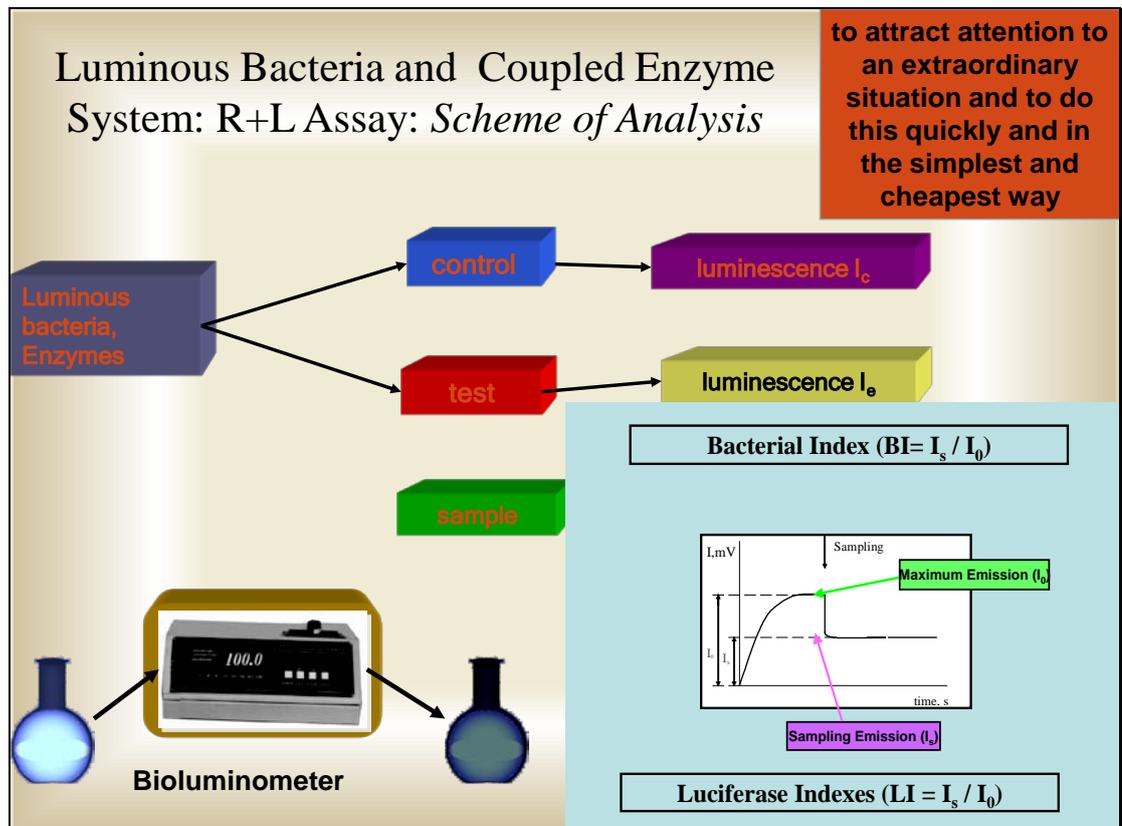
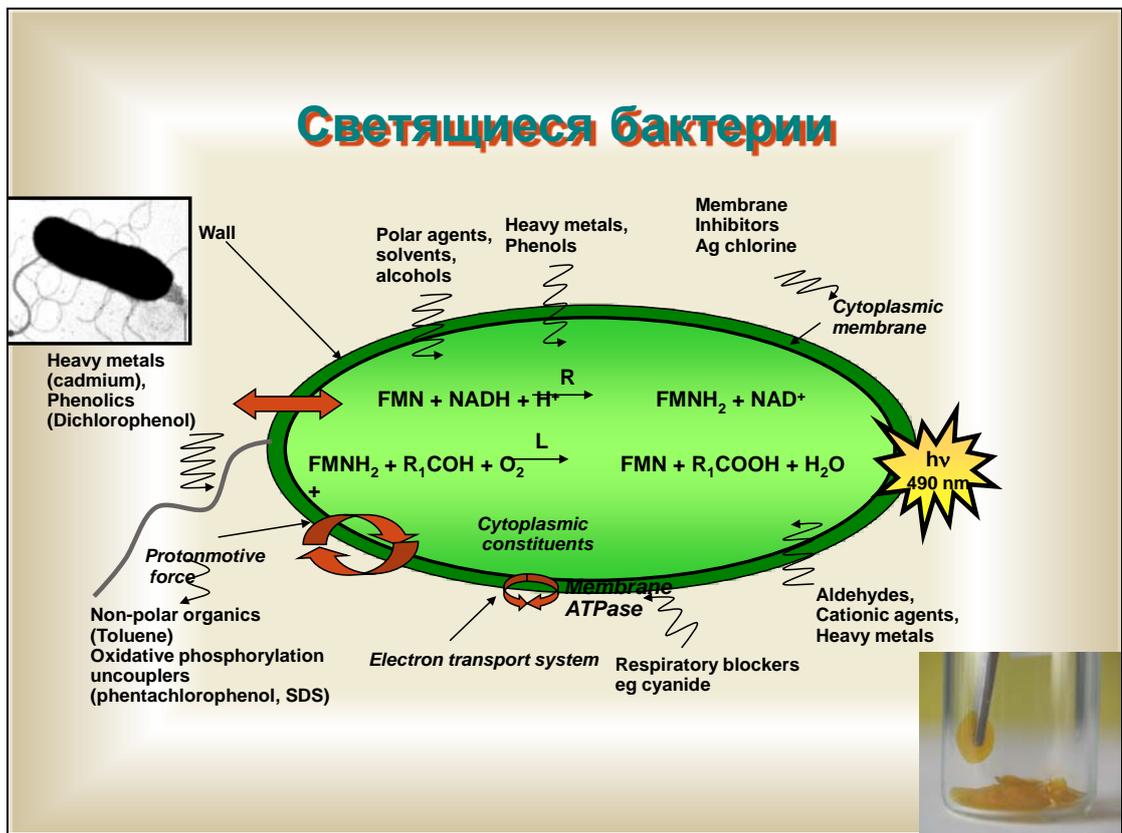
У научная конференция российских выпускников Программы Фулбрайта (март 2009)

Портативная система мониторинга химико-биологической опасности для человека

Руководитель проекта
д.б.н., профессор **Кратасюк В.А.**
*Институт фундаментальной биологии и
биотехнологии СФУ*

Проблема

- **Острая необходимость в высокочувствительных методах обнаружения токсичности**
 - В окружающей среде: быстрое обнаружение токсичных и опасных веществ
 - В здравоохранении: мониторинг содержания терапевтических препаратов в организме человека
 - В пищевой промышленности: анализ качества продуктов питания для предотвращения отравлений
- **Известные методы анализа не решают проблемы**
 - Химический анализ не позволяет определять влияние токсинов на биологические объекты
 - Биотесты на живых организмах дороги в использовании, дают большую ошибку и низкую повторяемость
 - Существующие биотесты в основном используются для мониторинга окружающей среды и требуют специальной подготовки персонала



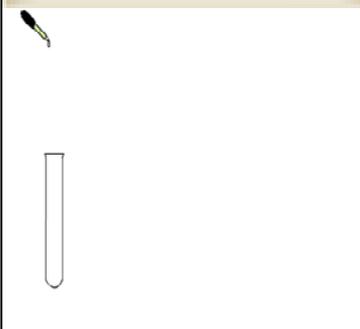
BEST™

БиOLUMИнесцентная ферментативная технология

- Уникальная коллекция светящихся бактерий – источник ферментов
- Обширный банк методов и многопрофильных биотестов
- Эксклюзивный производственный процесс

Быстрая система обнаружения

Скрининг на токсичность



Идентификация токсина



BEST™

Designer Bioassays

Преимущества

Выбор биосистемы, чувствительной к токсину

Оптимизация субстрата и фермента

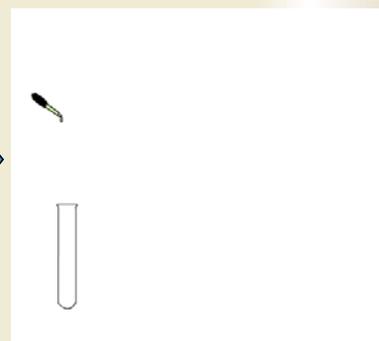
Иммобилизация компонентов системы

специфичность

универсальность

чувствительность

стабильность
устойчивость
обнаружение в один этап



- Результат за 60 секунд
- Не требуется подготовки образцов
- Не требуется спецподготовки персонала

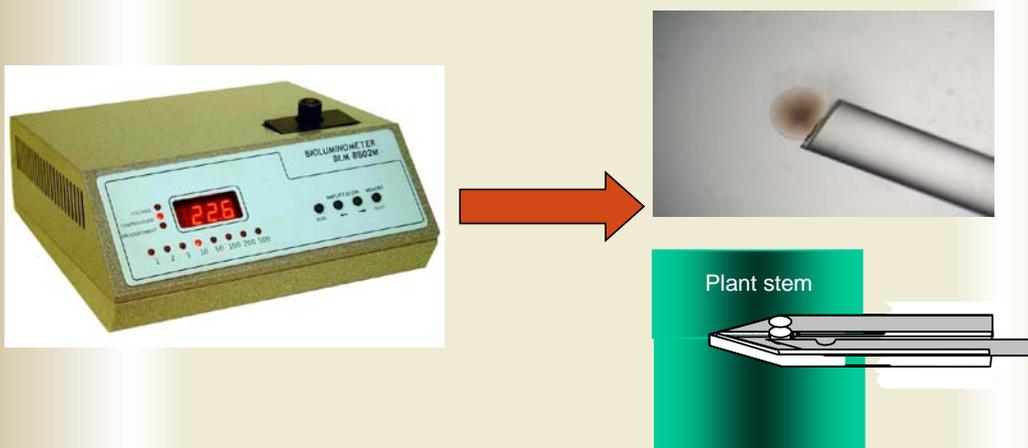
Возможности технологии

Дешевле ... Лучше ... Быстрее

	Цена одного теста	Время теста	Чувствительность	Условия хранения, перевозки и использования	Пробоподготовка	Повторяемость результатов	Требования к персоналу
Биотесты	\$380 - \$3,240	до 7 дней	Стандартная	Культура живых организмов	Да	Низкая	Спецподготовка
BESTTM	Много меньше	Немного	Под заказ	-30С до +50С	Нет	Очень высокая	Минимальная подготовка

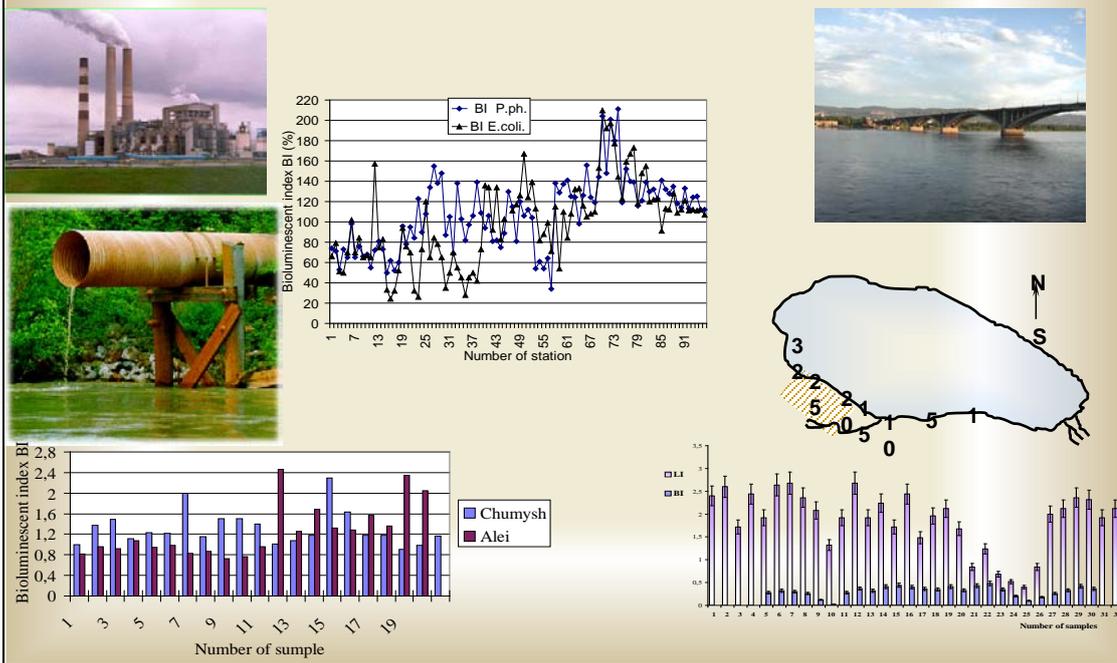
- Новая технология позволяет
 - Тестировать широкий спектр токсинов – более 25000 веществ
 - Проводить экспресс скрининг в чрезвычайных ситуациях
 - Проводить биотестирование воды с высоким содержанием органики
 - Сохранять высокую чувствительность реагентов в течении многих лет
 - Использовать стандартное измерительное оборудование
 - Сконструировать биосенсор

Biological part of biosensors+transducer



- From bioluminometer to biosensors

Биосенсоры для экологического мониторинга природных водных экосистем, промышленных стоков, качества воды И ПОЧВЫ



Положение

- Введение (содержит четкое и краткое обоснование выбора темы и выдвигаемой гипотезы, определение ее актуальности, предмета и объекта исследования, формулировку ее целей и задач, описание используемой при выполнении работы методов эмпирического исследования и обработки данных).
- Основная часть содержит критический анализ состояния проблемы, предлагаемые способы решения проблемы, проверка и подтверждение результатов исследования с указанием практического приложения результатов и перспектив, которые открывают итоги диссертационного исследования.
- Заключение – последовательное логически стройное изложение итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Заключение может включать в себя и практические предложения, что повышает ценность теоретического материала.
- Список использованных источников. Каждый включенный в список использованной литературы источник должен иметь отражение в тексте диссертации.
- Приложения. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием вверху листа по центру слова «Приложение» и иметь тематический заголовок.
- Вспомогательные указатели. Магистерская диссертация, как правило, снабжается вспомогательными указателями (наиболее распространенные – алфавитно-предметные указатели, представляющие собой перечень основных понятий, встречающихся в тексте, с указанием страниц).

Положение

- **Требования к оформлению**
 - Текст диссертации набирается на компьютере, шрифт – Times New Roman 14-го размера, межстрочный интервал – 1,5.
 - Номера страниц проставляют в центре нижней части листа, тем же шрифтом, что и текст диссертации.
 - Расстояние от края бумаги до границ текста следует оставлять:
 - в начале строк – 30 мм;
 - в конце строк – 10 мм;
 - от верхней или нижней строки текста до верхнего или нижнего края бумаги – 20 мм.
 - Размер абзацного отступа должен быть одинаковым по всему тексту диссертации и равным 12,5 мм.
 - Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей диссертации, обозначенные арабскими цифрами.
 - Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Положение

- **Требования к оформлению**
 - Нумерация пунктов должна состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой.
 - Заголовок разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.
 - Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала.
 - Список использованных источников должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».
 - Графическая часть диссертации (чертежи, схемы и т. п.) выполняется с соблюдением соответствующих государственных стандартов.

Положение

- **Организация работы над диссертацией**
 - Помимо закрепления темы магистерской диссертации за студентом процесс выполнения диссертации включает следующие этапы:
 - а) составление задания и выбор направления исследования;
 - б) теоретические и прикладные исследования;
 - в) оценка результатов исследования и оформление диссертации;
 - г) подготовку к защите;
 - д) защиту диссертации.
 - Рекомендации по организации и проведению этапов выполнения магистерской диссертации, указанных в подпунктах а – в пункта б.1. настоящего Положения разрабатываются соответствующими выпускающими кафедрами на основании настоящего Положения и утверждаются проректором по магистратуре.

Карикатура 1913 года: защита С. В. Лебедевым магистерской диссертации

www.nts.nm.ru/Online/hist/sk1.jpg



Замечания по стилистике

- Пиши грамотно
- Проверь правильность написания слов и пунктуацию
- Исключить сокращения по возможности
- Список используемых сокращений

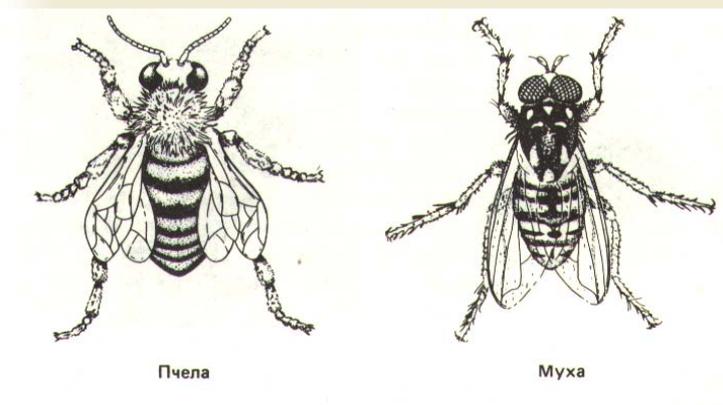
Благодарности

- Вежливость и справедливость требуют, чтобы Вы поблагодарили всех, кто Вам помогал в написании проекта

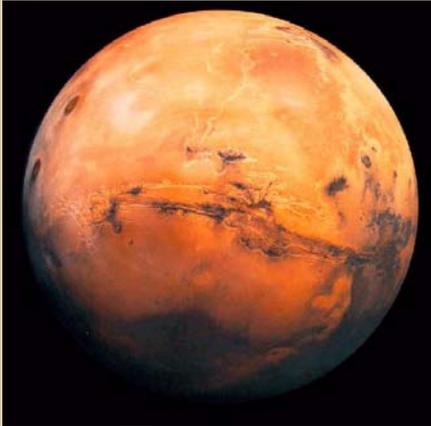
НАУЧНЫЙ МЕТОД

- 1. Сформулировать вопрос к природе
- 2. Сформулировать гипотезу –ответ на вопрос к природе
- 3. Обосновать гипотезу
- 4. Разработать план исследования, основная задача которого - однозначно подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу

НАБЛЮДЕНИЕ



- Подражательная окраска мухи настолько хорошо имитирует окраску пчелы, что их трудно различить.



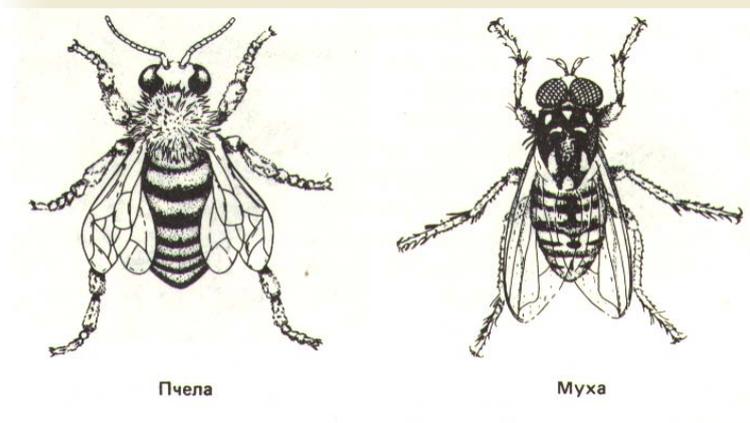
Questions? **Сформулировать
вопрос к природе
Почему мухи похожи на
пчел?**

"Think Big, Talk Little, Love Much, Laugh Easily, Work Hard,
Give Freely, Pay Cash, And be Kind.

--It is enough."

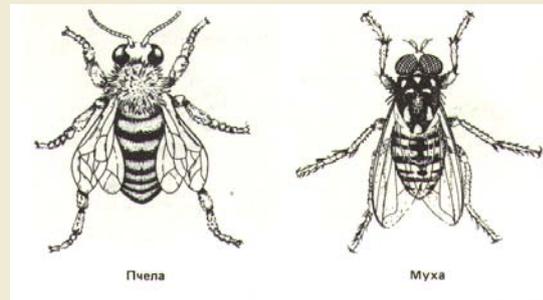
- Ralph Waldo Emerson

ГИПОТЕЗА



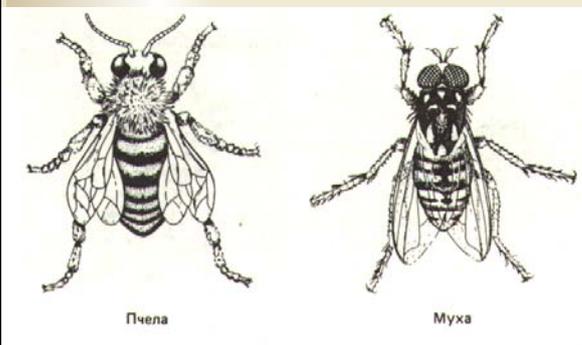
- Окраска мух возникла в процессе эволюции, поскольку сходство давало им какое-то преимущество. В чем же заключается это преимущество?

ГИПОТЕЗА



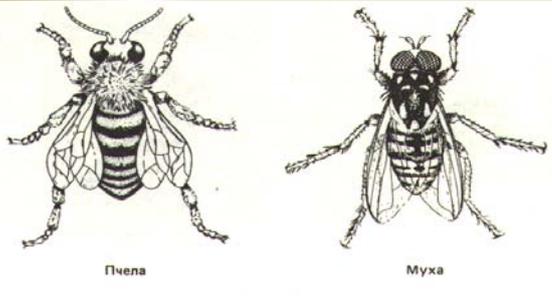
- Сходство с пчелами защищает мух от поедания хищниками
- Сходство с пчелами позволяет мухам проникнуть в улей и полакомиться медом
- Хищники принимают безобидных мух за опасных пчел...
БЕСПОЛЕЗНАЯ ГИПОТЕЗА – нельзя проверить

Разработать план исследования, эксперимента, основная задача которого - однозначно подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу



- Сходство с пчелами защищает мух от поедания хищниками
- **ПРЕДСКАЗАНИЕ:** если хищник был ужален пчелами и научился не трогать их, то он не станет нападать на муху, которая выглядит как пчела.
- **ПРОВЕРКА ПРЕДСКАЗАНИЯ**

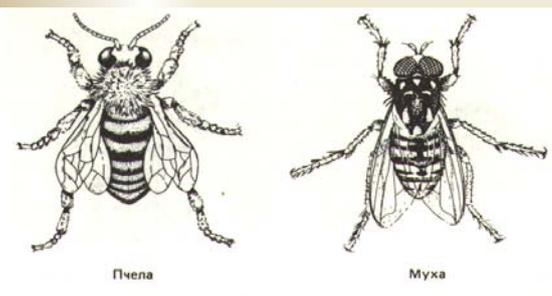
ЭКСПЕРИМЕНТ



- Садок с «неопытной» жабой, не встречавшейся с пчелами, впустить пчел
- Поймает их, ужалит
- Отказ от охоты
- Отказ от полосатой мухи
- **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПРЕДСКАЗАНИЯ:** если хищник был ужален пчелами и научился не трогать их, то он не станет нападать на муху, которая выглядит как пчела.



Может жабы не едят полосатых мух?



- Садок с «неопытной» жабой, не встречавшейся с пчелами, впустить полосатых мух
- Жаба ест полосатых мух
- **ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ГИПОТЕЗЫ:** Сходство с пчелами защищает мух от поедания хищниками

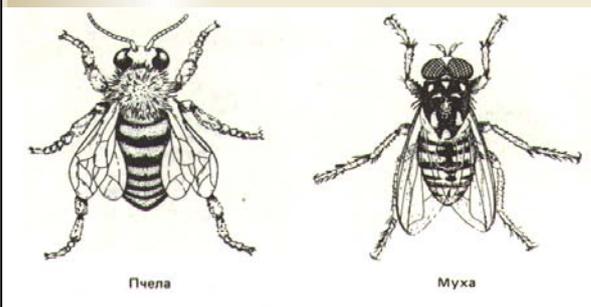


КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ



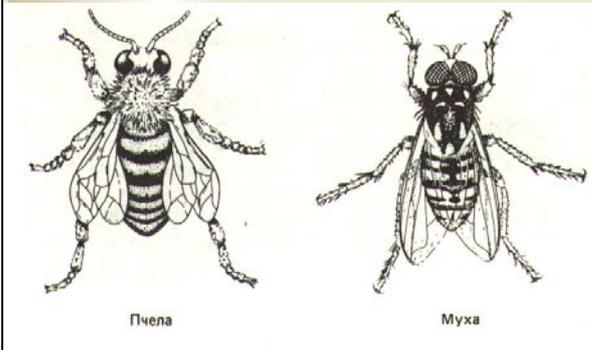
- Отличие в один фактор
- Обе жабы не отличаются друг от друга: один вид, один пол, один возраст, один размер и т.д.
- Одинаковые садки при одинаковых условиях освещения, температуры и влажности и т.п.
- РАЗЛИЧИЕ: одна жаба знакома с пчелой

Причины отказа от полосатых мух



- Жаба не голодна
- КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: предложить первой жабе безобидную комнатную муху после отказа от полосатой мухи
- Проверка сыта ли первая жаба?

Сходство с пчелами защищает мух от поедания хищниками



- Удалось ли доказать это?
- Нет: показали, что одна жаба отказалась от полосатой мухи после того, как она научилась отказываться от пчел, тогда как другая жаба, никогда не имевшая дело с пчелами, поела полосатых мух.
- ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ

ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ Случайная ошибка



- Перепутать жаб,
- Перепутать мух с пчелами
- Записать результаты не в ту графу
- Напугать жабу, уронив ее или шум

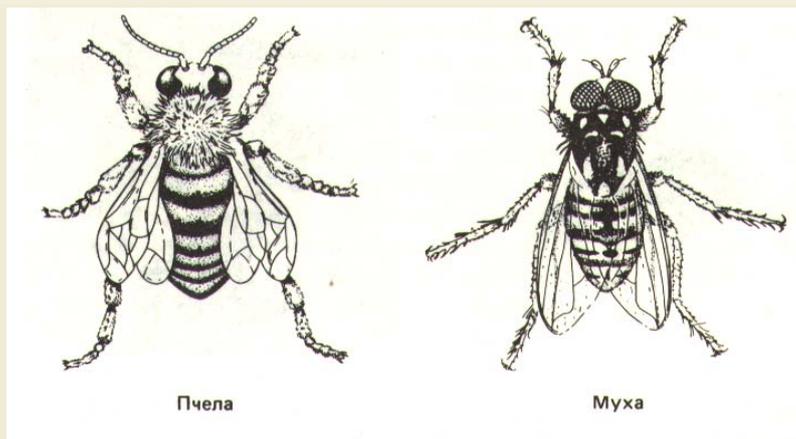
ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ

Ошибка выборки



- Сколько жаб?
- 2
- 10
- 100
- Статистические методы определения надежности результатов

ГИПОТЕЗА

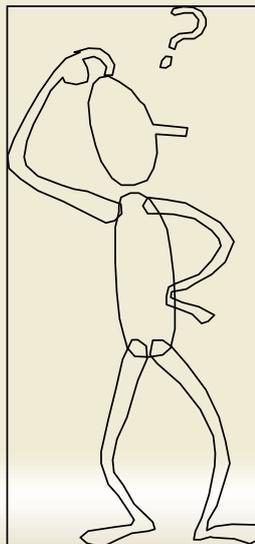


- Абсолютную верность гипотезы доказать нельзя, гипотезу можно только опровергнуть
- Альтернативные гипотезы и предсказания
- Другие хищники: птицы, ящерицы и ...
- Теория и научно установленный факт

НАУЧНЫЙ МЕТОД

- 1. Сформулировать вопрос к природе
- 2. Сформулировать гипотезу –ответ на вопрос к природе
- 3. Обосновать гипотезу
- 4. Разработать план исследования, основная задача которого - однозначно подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу

Questions?



Литература



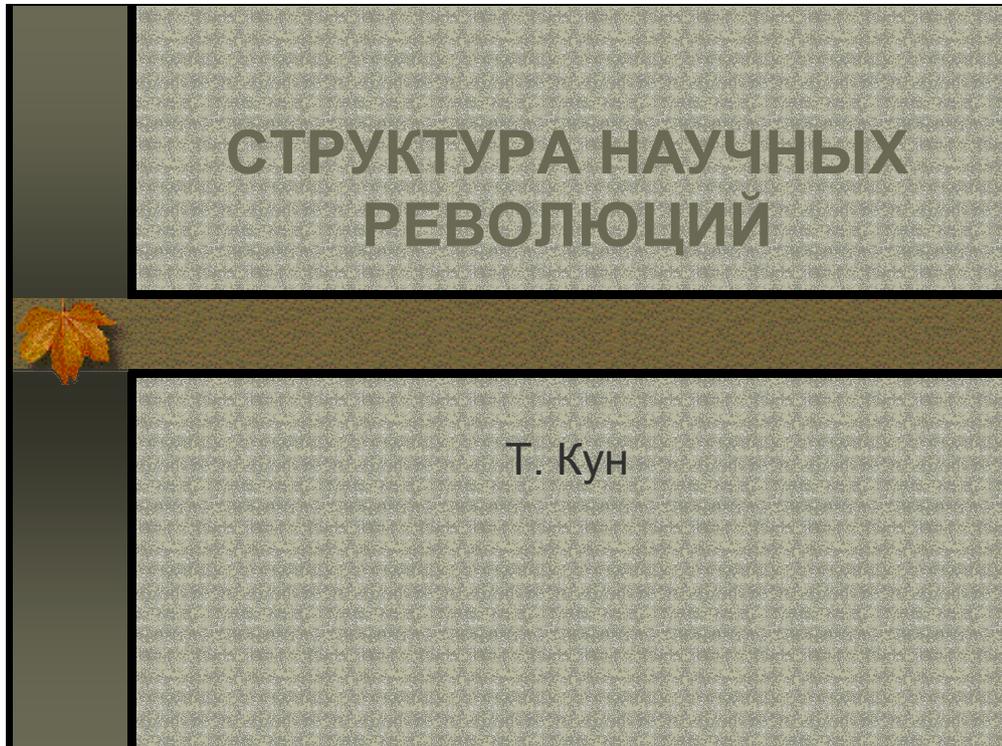
Biology Writing Guidelines

<http://www.dickinson.edu/departments/biol/BioWritingGuide/biogdline.html>

Guidelines on Style for Scientific Writing

<http://www.sportsci.org/jour/9901/wghstyle.html>

Приложение 3. Структура научных революций
СТРУКТУРА НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ



КУН Томас Сэмюэл (род.1922)



- американский историк и философ науки, один из лидеров исторической школы в методологии и философии науки. Получила известность его концепция исторической динамики научного знания, разработанная в книге "Структура научных революций" (1963). В соответствии с этой концепцией, безраздельное господство некоторой модели (парадигмы или дисциплинарной матрицы) есть период нормальной науки, который заканчивается когда парадигма взрывается изнутри под давлением аномалий. Наступает кризис или революционный переход. Кун выдвигает тезис о несоизмеримости парадигм.

- ПРЕДИСЛОВИЕ
- I ВВЕДЕНИЕ. РОЛЬ ИСТОРИИ
- II НА ПУТИ К НОРМАЛЬНОЙ НАУКЕ
- III ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ
- IV НОРМАЛЬНАЯ НАУКА КАК РЕШЕНИЕ ГОЛОВОЛОМОК
- V ПРИОРИТЕТ ПАРАДИГМ
- VI АНОМАЛИЯ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ
- VII КРИЗИС И ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ
- VIII РЕАКЦИЯ НА КРИЗИС
- IX ПРИРОДА И НЕОБХОДИМОСТЬ НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ
- X РЕВОЛЮЦИИ КАК ИЗМЕНЕНИЕ ВЗГЛЯДА НА МИР
- XI НЕРАЗЛИЧИМОСТЬ РЕВОЛЮЦИЙ
- XII РАЗРЕШЕНИЕ РЕВОЛЮЦИЙ
- XIII ПРОГРЕСС, КОТОРЫЙ НЕСУТ РЕВОЛЮЦИИ
- ДОПОЛНЕНИЕ 1969 ГОДА



ПРЕДИСЛОВИЕ

- Аспирант, теоретическая физика
- прослушал пробный университетский курс по физике для неспециалистов - представление об истории науки
- «...знакомство со старыми научными теориями и самой практикой научного исследования в корне подорвало некоторые из моих основных представлений о природе науки и причинах ее достижений.»



- те представления, которые ранее сложились у меня в процессе научного образования и в силу давнего непрофессионального интереса к философии науки... ничуть не были похожи на картину науки, вырисовывающуюся в свете исторических исследований.
- поворот от физики к истории науки
- попытка объяснить самому себе и коллегам, как случилось, что мои интересы сместились от науки как таковой к ее истории в первую очередь.



- ... что значило мыслить научно в тот период времени, когда каноны научного мышления весьма отличались от современных...
- ... какой может быть история научных идей - тексты первоисточников
- разработка областей не имеющих отношения к истории науки: различные типы восприятия на разных стадиях развития ребенка, статьи по психологии восприятия, воздействие языка на представление о мире, монография Л. Флека "Возникновение и развитие научного факта"



- предложение прочитать курс лекций в Бостоне - случай испытать в студенческой аудитории еще не до конца сформировавшиеся представления о науке "В поисках физической теории"
- начал преподавать историю науки - неоценимые уроки в отношении развития взглядов и умения доступно излагать их другим.
- описывает этап развития науки - "возникновение" новой теории или открытия.



- ...столкнулся с проблемой различия между сообществом специалистов в области социальных наук и сообществом ученых-естественников, среди которых обучался я сам.
- ... много разногласий между социологами по поводу правомерности постановки тех или иных научных проблем и методов их решения.
- ...практика научных исследований в области астрономии, физики, химии или биологии обычно не дает никакого повода для того, чтобы оспаривать самые основы этих наук, тогда как среди психологов или социологов это встречается сплошь и рядом.
- источник этого различия - “парадигмы”. Парадигмы - признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают научному сообществу модель постановки проблем и их решений.



- каким образом аномалии в науке и отклонения от ожидаемых результатов все более привлекают внимание научного сообщества, требует детального изучения
- возникновение кризисов
- каждая научная революция меняет историческую перспективу для сообщества, которое переживает эту революцию
- изменение перспективы должно влиять на структуру учебников и исследовательских публикаций после этой научной революции.
- изменение в цитировании специальной литературы в научно-исследовательских публикациях - симптом научных революций.



- две парадигмы могут мирно сосуществовать



Введение

РОЛЬ ИСТОРИИ



История-что это?...

- История как хранилище анекдотов и фактов, расположенных в хронологическом порядке
- История - основа для решительной перестройки современных представлений о науке, возникших на основе изучения готовых научных достижений, содержащихся в классических трудах и в учебниках.



Учебники?

- Цель учебников - убедительное и доступное изложение материала.
- Понятия науки по учебникам не соответствуют действительной практике научного исследования? Согласны?
- Аналогия: сведения из рекламных проспектов для туристов и реальный образ национальной культуры.
- Цель Куна - обрисовать концепцию науки на основе исторического подхода к исследованию самой научной деятельности.



Антиисторический стереотип классических трудов и учебников: концепция развития науки через накопление.

- Наука как совокупность фактов, теорий и методов, собранных в учебниках
- Ученые — это люди, которые более или менее успешно вносят свою лепту в создание этой совокупности.
- Развитие науки— это постепенный процесс, в котором факты, теории и методы слагаются во все возрастающий запас достижений, представляющий собой научную методологию и знание.



Антиисторический стереотип классических трудов и учебников

- История науки - дисциплина, которая фиксирует последовательный прирост знаний и трудности, препятствующие накоплению знания.
- **Две главные задачи историка науки:**
 - **определить, кто и когда открыл или изобрел каждый научный факт, закон и теорию**
 - **описать и объяснить наличие массы ошибок, мифов и предрассудков, которые препятствовали скорейшему накоплению составных частей современного научного знания.**



Трудности позиции историка науки как регистратора накопления научного знания

- Нет ответа на некоторые вопросы:
 - Когда был открыт кислород?
 - Кто первый обнаружил сохранение энергии?
- Вывод: развитие науки — не простое накопление отдельных открытий и изобретений.
- Трудно отличать “научное” содержание прошлых убеждений от “ошибок” и “предрассудков”.



Вопросы



- Менее ли научны воззрения Аристотеля (биология, динамика, химия и термодинамика эпохи флогистонной теории) как общепринятые концепции природы в прошлом, чем сложившиеся в настоящее время?
- Устаревшие концепции – мифы?
- Применялись ли для получения этих «мифов» методы, с помощью которых в наши дни достигается научное знание?



Вопросы



- Если, работы Аристотеля следует называть научным, тогда оказывается, что наука включала в себя элементы концепций, совершенно *несовместимых* с теми, которые она содержит в настоящее время.
- Устаревшие теории нельзя в принципе считать ненаучными только потому, что они были отброшены.
- Поэтому, нельзя рассматривать научное развитие как простой прирост знания.



Революция в историографии науки

- Историки науки: другие вопросы и прослеживание других направлений в развитии науки
- Не стремятся отыскать в прежней науке непреходящие элементы, которые сохранились до современности
- Пытаются вскрыть историческую целостность этой науки в тот период, когда она существовала.
-



Революция в историографии науки

- От вопроса об отношении воззрений Аристотеля к современным научным положениям перешли к изучению отношения между его идеями и идеями его научного сообщества (его учителей, современников и непосредственных преемников в истории науки).
- Как современники признавали за этими воззрениями максимальную внутреннюю согласованность и максимальную возможность соответствия природе.
- Новый образ науки.



Какие аспекты науки выдвинутся на первый план?

- Ранние стадии развития большинства наук характеризуются постоянным соперничеством между множеством различных представлений о природе.
- Каждое представление выводится из данных научного наблюдения и предписаний научного метода, и все представления хотя бы в общих чертах не противоречат этим данным.



профессиональное образование

- каковы фундаментальные сущности, из которых состоит универсум?
- Как они взаимодействуют друг с другом и с органами чувств?
- Какие вопросы ученый имеет право ставить в отношении таких сущностей и какие методы могут быть использованы для их решения?



Нормальная наука

- время большинство ученых
- основывается на допущении, что научное сообщество знает, каков окружающий нас мир.
- подавляет фундаментальные новшества, так как они разрушают ее основные установки.
- Решение проблем с помощью известных правил и процедур



Нормальная наука

- нормальная наука сбивается с дороги все время на нетрадиционные исследования, которые приводят всю данную отрасль науки к новой системе предписаний, к новому базису для практики научных исследований.
- смена профессиональных предписаний - научные революции.



примеры научных революций

- Коперника, Ньютона, Лавуазье и Эйнштейна
- поворотные моменты.
- Каждое из открытий обуславливало отказ научного сообщества от той или иной освященной веками научной теории в пользу другой теории, несовместимой с прежней.



Научные революции

- революции, совершенной Ньютоном, или революции в химии.
- создание электромагнитной теории
- уравнения Максвелла
- теория Эйнштейна
- новая теория неизбежно отражается на широком фронте научной работы, которую эти специалисты уже успешно завершили.



Научные революции

- Усвоение новой теории требует перестройки прежней и переоценки прежних фактов, внутреннего революционного процесса, который редко оказывается под силу одному ученому и никогда не совершается в один день.



СОЗДАНИЕ НОВЫХ ТЕОРИЙ

- Научный факт и теория не разделяются друг от друга.
- Вот почему непредвиденные открытия не представляют собой просто введения новых фактов.
- Фундаментально новые факты или теории качественно преобразуют мир ученого в той же мере, в какой количественно обогащают его.



СОЗДАНИЕ НОВЫХ ТЕОРИЙ

- традиций учебников и наступление научной революции.
- соперничество между сторонниками старых традиций нормальной науки и приверженцами новых, которое характерно для периода научных революций.
- Конкуренция между группами научного сообщества является единственным историческим процессом, который эффективно приводит к отрицанию некоторой ранее общепринятой теории или к признанию другой.

До появления учебников



- Функция учебников выполняли знаменитые классические труды ученых: “Физика” Аристотеля,

Ньютона “Электричество” Франклина, “Химия Лавуазье, “Геология” Лайеля и многие другие.

КЛАВДИЙ ПТОЛЕМЕЙ



АЛЬМАГЕСТ

OPTICKS:

OR, A
TREATISE
OF THE
REFLEXIONS, REFRACTIONS,
INFLEXIONS and COLOURS
OF
LIGHT.

ALSO
Two TREATISES
OF THE
SPECIES and MAGNITUDE
OF
Curvilinear Figures.

LONDON,
Printed for SAM. SMITH, and BENS. WALFORD,
Printers to the Royal Society, at the Prince's Arms in
St. Paul's Church-yard. MDCCIV.



Обязанности учебников, определяющие правомерность проблем и методов исследования каждой области науки для последующих поколений

- Привлечение надолго групп сторонников из конкурирующих направлений научных исследований.
- Открыты - новые поколения ученых могли в их рамках найти для себя нерешенные проблемы любого вида.

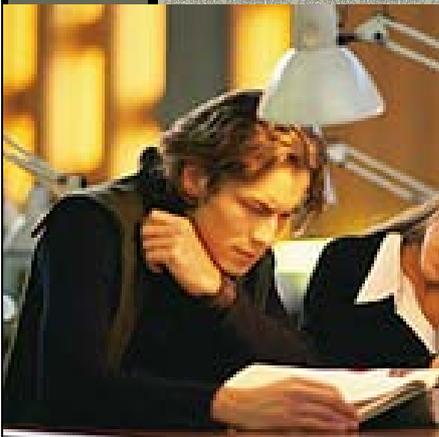


Учебники – парадигма - нормальная наука

- общепринятые примеры фактической практики научных исследований — *закон, теории, их практическое применение и необходимое оборудование* = модели, из которых возникают конкретные традиции научного исследования.
- *Традиции:* “астрономия Птолемея (или Коперника)”, “аристотелевская (или ньютоновская) динамика”, “корпускулярная (или волновая) оптика” и так далее.

Учебники – парадигма – нормальная наука

- Изучение парадигм подготавливает студента к членству в том или ином научном сообществе.
- Ученые, научная деятельность которых строится на основе одинаковых парадигм, опираются на одни и те же правила и стандарты научной практики.
- Общность установок и видимая согласованность - предпосылки для нормальной науки, для генезиса и преемственности в

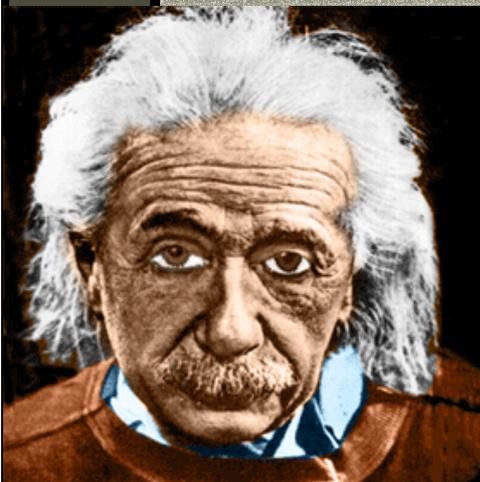


Причины введения понятия парадигмы



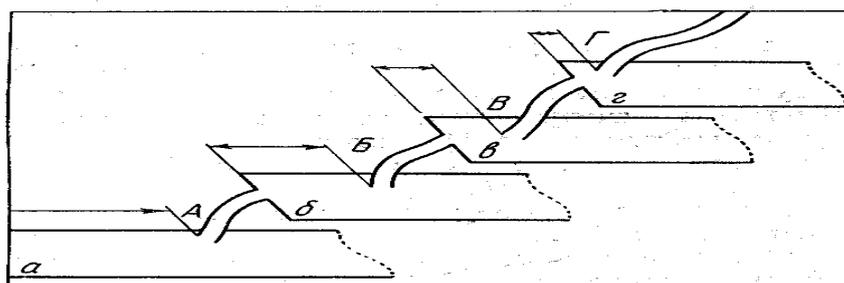
- Формирование парадигмы и появление на ее основе более эзотерического типа исследования является признаком зрелости развития любой научной дисциплины.

II. НА ПУТИ К НОРМАЛЬНОЙ НАУКЕ



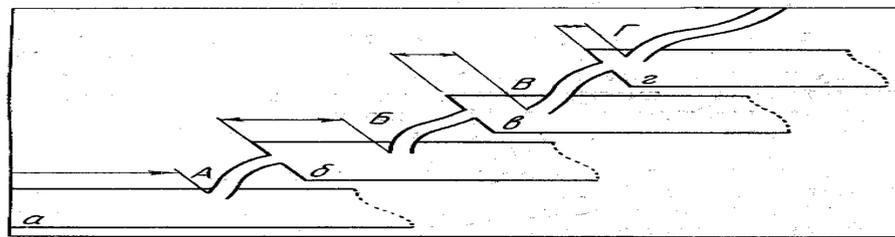
- Развитие научного знания о любой группе родственных явлений назад, в глубь времен
- История физической оптики
- Свет представляет собой распространение поперечных волн - вывод из парадигмы XIX столетия (работы Юнга и Френеля по оптике)
- XVIII век - парадигма основывалась на "Оптике" Ньютона: свет - поток материальных частиц.
- Современные учебники физики: свет - поток фотонов с волновыми свойствами и свойствами частиц. 50 лет. Развито Планком, Эйнштейном и др.

II. НА ПУТИ К НОРМАЛЬНОЙ НАУКЕ



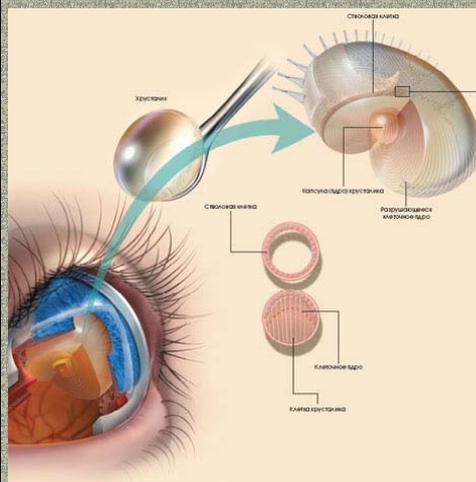
- Преобразования парадигм физической оптики являются научными революциями
- Последовательный переход от одной парадигмы к другой через революцию является обычной моделью развития зрелой науки.

II. НА ПУТИ К НОРМАЛЬНОЙ НАУКЕ



- До Ньютона – другая модель.
- В глубокой древности до конца XVII века не было единственной, общепринятой точки зрения на природу света.
- было множество противоборствующих школ и школ: разновидности эпикурейской, аристотелевской или платоновской теории.

РАЗНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СВЕТ



- Свет как частицы, испускаемые материальными телами;
- свет как модификация среды, которая находилась между телом и глазом;
- свет - взаимодействие среды с излучением самих глаз.
- Другое...



РАЗНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СВЕТ



- Каждая из школ черпала силу в некоторых частных метафизических положениях,
- подчеркивала в качестве парадигмальных наблюдений именно тот набор свойств оптических явлений, который ее теория могла объяснить наилучшим образом.
- Другие наблюдения имели дело с разработками гипотез
- откладывали нерешенные проблемы для дальнейшего исследования.



РАЗНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СВЕТ



- Ньютон составил первую более или менее общепринятую парадигму физической оптики.
- Школы ученых.
- до Ньютона: чистый результат деятельности ученых нельзя назвать научным
- Без парадигмы (общей основы для научных убеждений) каждый автор строил физическую оптику заново, с самых основ.



РАЗНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СВЕТ



- Без парадигмы ученый выбирал эксперименты и наблюдения в поддержку своих взглядов свободно, т.к. не было стандартной системы методов или явлений, которую каждый пишущий работу по оптике должен был применять и объяснять.
- Авторы трудов по оптике апеллировали к представителям других школ и к самой природе.



РАЗНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА СВЕТ



- Такое положение нередко встречается во многих областях научного творчества и по сей день;
- в нем нет ничего такого, что делало бы его несовместимым с важными открытиями и изобретениями.
- Однако это не та модель развития науки, которой физическая оптика стала следовать после Ньютона и которая вошла в наши дни в обиход и других естественных



История исследования электрических явлений



- Первая половина XVIII века - пример того, каким образом развивается наука, прежде чем выработает свою первую всеми признанную парадигму.
- Столько же мнений относительно природы электричества, сколько и выдающихся экспериментаторов в этой области, включая таких, как Хауксби, Грей, Деагюлье, Дюфе, Ноллет, Уотсон, Франклин и другие.



Все концепции электричества имели общее сходство:

- вытекали из корпускулярно-механической философии – руководства для научных исследований того времени.
- были компонентами действительно научных теорий, рожденных экспериментом и наблюдением
- Хотя все эксперименты были направлены на изучение электрических явлений и большинство экспериментаторов были знакомы с работами своих коллег, их теории имели друг с другом лишь весьма общее сходство.



Теории электрических явлений

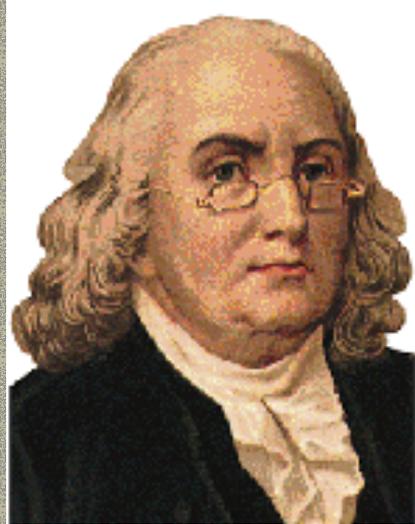
- 1. XVII—XVIII веков: основные электрические явления как притяжение и электризация трением. Отталкивание - вторичный эффект, вид механического взаимодействия. Не обсуждали и не исследовали открытый Греем эффект электрической проводимости.
- 2. притяжение и отталкивание - элементарные проявления электричества. Немногочисленна; теория Франклина никогда полностью не учитывала взаимное отталкивание двух отрицательно заряженных тел.



Теории электрических явлений

- Трудности при анализе и сопоставлении всех явлений, связанных с электропроводностью.
- 3. Электропроводность: электричество как “флюид”, который мог протекать через проводники.
- 4. Представление об “истекании”, источником которого служат тела, не проводящие электричества. Трудно согласовать теорию с рядом эффектов отталкивания и притяжения.

Теории электрических явлений



- Бенджамин Франклин
- создал теорию, которая смогла учесть почти все без исключения эффекты и обеспечила последующее поколение “электриков” **общей парадигмой** для их исследований.

A conceptual diagram on a blue background. At the top, three clouds are shown in a sequence: the first has a lightning bolt, the second has two blue raindrops, and the third has two blue raindrops and a sunburst. Below the clouds, a silhouette of a person runs while holding a kite string with a key attached. A lightning bolt strikes the key. To the left is a white outline of the Statue of Liberty. In the foreground, a white wireframe cube sits on a checkered floor. Two yellow strings hang from the top corners of the cube to two apples. The apple on the left is yellow with a blue minus sign (-), and the apple on the right is red with a pink plus sign (+). To the right of the diagram is a white outline of Benjamin Franklin's head.

Франклин:
 “Существует только два вида электрических зарядов – положительные и отрицательные, которые притягиваются. Молния – это электрический разряд?”



Время появления первых парадигм

- В математике и астрономии : период их предыстории
- В биохимии возникают в результате разделения и перестройки уже сформировавшихся отраслей знания
- ситуации, описанные со светом и электричеством типичны в историческом плане
- В биологии (учение о наследственности) первые парадигмы появились недавно
- неясно, имеются ли такие парадигмы в социологии.



Трудности на пути к парадигме

- Без парадигмы все факты, которые могли бы иметь отношение к развитию данной науки, выглядят одинаково уместными.
- Первоначальное накопление фактов является случайной деятельностью
- накопление фактов в этот ранний период ограничивается данными, находящимися на поверхности.



Образуется фонд фактов:

- 1. доступных простому наблюдению и эксперименту
- 2. более эзотерических и заимствованных из таких уже ранее существовавших областей практической деятельности, как медицина, составление календарей или металлургия.



Методы накопления фактов

- Факты не могут быть обнаружены поверхностным наблюдением
- Техника играет жизненно важную роль в возникновении новых наук
- Но данный способ давал весьма путаную ненаучную картину.
- Примеры:
- работы Плиния, Естественные “истории” Бэкона (XVII в.)

Фрэнсис Бэкон



- английский философ, астролог и государственный деятель.
- В 1617-21 гг. (при Якове I) лорд-хранитель печати, лорд-канцлер Англии.

Фрэнсис Бэкон (1561-1626)



- «Настоящий родоначальник английского материализма и всей современной экспериментирующей науки – это Бэкон»
К.Маркс Ф.
Энгельс



Фрэнсис Бэкон



- Истинное познание природы возможно только посредством сочетания эмпирического опыта и рационального мышления. Важнейшие философские сочинения: "Новый органон, или Истинные указания для истолкования природы" (1620) и цикл работ, касающихся "естественной истории", отдельных явлений и процессов природы.



Фрэнсис Бэкон



- Считал, что, подобно тому как механические искусства составляют практику физики, магия призвана стать практикой метафизики.
- боролся с субъективизмом и консерватизмом мышления современных ему астрологов. В эссе "Здравая астрология" он признавал, что эта средневековая наука полна суеверий, но считал, что она может быть проверена и очищена.

Фрэнсис Бэкон (1561-1626)



- **ПРИЗЫВ К ИЗУЧЕНИЮ ПРИРОДЫ:** «Целью нашего общества является познание причин и скрытых сил всех вещей и расширение власти человека над природой, покуда все не станет для него возможным». Естествознание – «мать всех прочих наук», которое познает природу, «рассекает, анатомирует» ее.

Фрэнсис Бэкон (1561-1626)

- восстает против средневековой схоластики, суеверий, мистики, предрассудков, ложных понятий, «призраков», «идолов».
- отрицал слепое преклонение перед авторитетами
- изучение самой природы, ее законов, наблюдения и сравнения, опыт (в широком смысле) и эксперимент, индукция и анализ – основа познания природы.



Ограниченность взглядов Фрэнсиса Бэкона

- МЕХАНИСТИЧЕСКИЕ И МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ
- одностороннее понимание индукции и анализа,
- недооценка роли дедукции,
- сведение сложных явлений к сумме составляющих их первичных свойств
- рассмотрение движения только как перемещения в пространстве
- признание внешней по отношению к природе первопричины движения



ветра, горного дела и так далее Бэкона (XVII в.)

- информация малопонятна.
- факты, которые позднее оказались объясненными (например, нагревание с помощью смешивания), поставлены в один ряд с другими (например, нагревание кучи навоза), которые в течение определенного времени оставались слишком сложными, чтобы их можно было включить в какую бы то ни было целостную теорию.



ветра, горного дела и так далее Бэкона (XVII в.)

- описание неполно
- древняя естественная история упускает те детали, в которых позднее учеными будет найден ключ к объяснению.
- Например, нет упоминания о том, что мелкие частички, притянутые натертой стеклянной палочкой, затем опадают. Этот эффект казался поначалу механическим, а не электрическим
- совмещали такие описания с описаниями нагревания посредством антиперистасиса (или охлаждения), которые сейчас ни в



ветра, горного дела и так далее Бэкона (XVII в.)

- Лишь очень редко, как, например, в случае античной статики, динамики и геометрической оптики, факты, собранные при столь незначительном руководстве со стороны ранее созданной теории, достаточно определенно дают основу для возникновения начальной парадигмы.



Формирование парадигмы

- Для интерпретаций нужны переплетение теоретических и методологических предпосылок, принципов, которые допускают отбор, оценку и критику фактов.
- подкрепление извне с помощью обыденной философии, или посредством другой науки, или посредством установок личного или общественно-исторического плана.



Формирование парадигмы

- На ранних стадиях развития любой науки различные исследователи, сталкиваясь с одними и теми же категориями явлений, далеко не всегда одни и те же специфические явления описывают и интерпретируют одинаково.
- Можно признать удивительным и даже в какой-то степени уникальным именно для науки как особой области, что такие первоначальные расхождения впоследствии исчезают.



Допарадигмальные школы

- исчезновение расхождений вызвано триумфом одной из допарадигмальных школ (упор только на некоторой особой стороне весьма обширной по объему и бедной по содержанию информации).
- Электричество как флюид - ударение на проводимости
- Концепцией не охватывает многообразие эффектов притяжения и отталкивания.
- Результат: лейденская банка
-



ЛЕЙДЕНСКАЯ БАНКА



- Электрические заряды, получаемые от электрофора, можно собирать и накапливать с помощью специального прибора—конденсатора. Конденсатор — это «копилка» электрических зарядов. Он состоит из двух проводников - обкладок (на которых скапливаются разнородные заряды), разделенных слоем изолятора. Простейшим конденсатором является лейденская банка. Это старинный прибор. Название его происходит от голландского города Лейдена, где впервые стали изготавливать такие конденсаторы еще в середине XVIII века.



Допарадигмальные школы

- Франклин - успех в объяснении дал ему аргументы, которые сделали его теорию парадигмой, хотя и такой, которая все еще была неспособна полностью охватить все известные случаи электрического отталкивания
- Принимаемая в качестве парадигмы теория должна казаться лучшей, чем конкурирующие с ней другие теории, но она вовсе не обязана (и фактически этого никогда не бывает) объяснять все факты, которые могут встретиться на ее



Парадигма Франклина

- Только парадигма могла сделать такую работу по отбору экспериментов более эффективной. Какие эксперименты стоит проводить и какие эксперименты не могли иметь существенного значения, поскольку были направлены на вторичные или слишком сложные проявления электричества.
- прекращение бесплодных споров между различными школами и бесконечных дискуссий по поводу основных принципов.
-



Парадигма Франклина

- Уверенность в правильности пути побуждала ученых сосредоточить внимание на более детальном изучении избранных явлений, создания многих специальных приборов и более систематического, целенаправленного их использования.
- возрастала эффективность и продуктивность исследований по электричеству
- Фрэнсис Бэкон: “Истина все же скорее возникает из заблуждения, чем из неясности...”



Влияние парадигмы

- При создании синтетической теории, способную привлечь большинство представителей следующего поколения исследователей, прежние школы постепенно исчезают.
- Всегда остаются ученые, верные той или иной устаревшей точке зрения. Они выпадают из действий представителей их профессии, которые с этого времени игнорируют все их усилия.



Влияние парадигмы

- Новая парадигма предполагает и новое, более четкое определение области исследования.
- Те, кто не расположен или не может приспособить свою работу к новой парадигме, должны перейти в другую группу или обречены на изоляцию
- Благодаря принятию парадигмы группа, интересовавшаяся ранее изучением природы из простого любопытства, становится профессиональной, а предмет ее интереса превращается в научную дисциплину.



Влияние парадигмы

- В науке с первым принятием парадигмы связаны создание специальных журналов, организация научных обществ, требования о выделении специального курса в академическом образовании.
- Научная специализация приобретает институциональную форму
- Степень специализации стала вопросом престижа ученых



Последствия определения научной группы

- Когда ученый принимает парадигму без доказательства, ему не приходится в своей работе перестраивать всю область заново, начиная с исходных принципов, и оправдывать введение каждого нового понятия. Это можно предоставить авторам учебников.
- При наличии учебника ученый может начать свое исследование там, где оно остановилось и сосредоточиться на тонких явлениях природы, которые интересуют его группу.



Последствия определения научной группы

- ученый участвует в изменении методов
- Результаты его исследования не излагаются в книгах, адресованных, всякому, кто интересуется предметом их исследования (“Экспериментам... по электричеству” Франклина или “Происхождению видов” Дарвина)
- Выходят в свет в виде коротких статей для коллег-профессионалов, знающих парадигму

Учебники и книги

- В современных естественных науках книги - либо учебники, либо ретроспективные размышления о том или ином аспекте научной жизни.
- Профессиональная репутация ученого, который пишет книгу, может не повыситься, а упасть вопреки его ожиданиям.
- На ранних, допарадигмальных стадиях развития наук книга выражает отношение к профессиональным достижениям

Учебники и книги



- Есть области, где книга наряду со статьями остается средством коммуникации между исследователями.
- В математике и астрономии исследовательские сообщения перестали быть понятными для широкой аудитории уже в античности.

Учебники и книги

- В динамике исследование приблизилось к эзотерическому типу в конце средних веков и вновь обрело более или менее понятную для всех форму, правда на короткий период, в начале XVII века, когда новая парадигма заменила ту парадигму, которой динамика руководствовалась в эпоху средневековья.

Учебники и книги

- Исследования электрических явлений потребовали их истолкования для непрофессионалов к концу XVIII века, а большинство других областей физической науки перестали быть понятными для широкого читателя в XIX веке.





Учебники и книги

- В течение XVIII - XIX столетий подобные преобразования можно было наблюдать и в различных разделах биологических наук.
- В социальных науках с ними можно встретиться и сегодня.
- углубления пропасти, разделяющей профессионального ученого и его коллег в других областях - взаимосвязь между процессом углубления пропасти и внутренними механизмами развития науки.



Развитие науки

- Науки переходили границу между предысторией данной науки как науки, и собственно ее историей.
- Эти переходы в стадии зрелости редко бывают внезапными и явными
- С исторической точки зрения они не были и постепенными и не соизмеримыми по длительности с общим развитием тех областей науки, в пределах которых они совершаются.
-



Развитие науки

- Ученые в течение первых четырех десятилетий XVIII века располагали большей информацией об электрических явлениях, чем их предшественники в XVI—XVII веках.
- В течение полувека после 1740 года было добавлено немного данных.
- Работы Кавендиша, Кулона, Вольты по электричеству в последней трети XVIII века выглядят более ушедшими вперед по сравнению с работами Грея, Дюфе и Франклина, чем работы этих первооткрывателей в области электричества начала XVIII века по сравнению с подобными исследованиями в XVI веке



Развитие науки

- Между 1740 и 1780 годами исследователи электрических явлений впервые приняли основания своей области без доказательств.
- Конкретные и специальные проблемы и публикация результатов исследований в статьях, предназначенных для исследователей в области электричества, а не в книгах для широкого круга читателей.
- Образование научной группы с парадигмой, способной направлять исследование группы
Данная отрасль знаний стала наукой



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Парадигма в момент своего появления ограничена по охвату и точности.
- Статус «парадигмы» - приводит к успеху в решении острых проблем, заранее неизвестно каковы будут эти проблемы.
- Парадигмы: перспектива успеха:
 - аристотелевский анализ движения,
 - расчеты положения планет у Птолемея,
 - применение весов Лавуазье
 - математическое описание электромагнитного поля Максвеллом



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Нормальная наука состоит в реализации перспективы по мере расширения частично намеченного в рамках парадигмы *знания о фактах*.
- благодаря все более широкому сопоставлению этих фактов с предсказаниями на основе парадигмы и благодаря дальнейшей разработке самой парадигмы.



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Исследователи в русле зрелой науки, осознают, как много **будничной работы** осуществляется в рамках парадигмы
- Именно **наведением порядка** занято большинство ученых в ходе их научной деятельности.
- Природу пытаются “втиснуть” в парадигму, как в заранее сколоченную и довольно тесную коробку.



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- *Цель нормальной науки* - не предсказания **новых видов явлений** (только по парадигме)
- Ученые в русле нормальной науки **не ставят себе цели создания новых теорий**, нетерпимы к созданию таких теорий другими
- Исследование в нормальной науке направлено на **разработку тех явлений и теорий, существование которых парадигма заведомо предполагает.**
- **Недостаток или достоинство?**



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Уверенность в парадигме
- Ограничения
- важны для развития науки
- детальное и глубокое исследование.



III. ПРИРОДА НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Нормальная наука располагает механизмом, позволяющим ослабить эти ограничения, когда парадигма перестает служить эффективно.
- С этого момента ученые начинают менять свою тактику.
- Изменяется и природа исследуемых ими проблем.



КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОБЛЕМ НОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

- Стадия накопления фактов -эксперименты и наблюдения, описываемые в специальных журналах
- О каких аспектах природы ученые обычно сообщают?
- Какие цели преследует ученый, доводя этот выбор до практического завершения?



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- 1. Класс фактов, показательных для вскрытия сути вещей.
- Парадигма порождает тенденцию к их уточнению и к их распознаванию во все более широком круге ситуаций.
- в астрономии — в определении положения звезд и звездных величин, периодов затмения двойных звезд и планет;



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- 1. Класс фактов, показательных для вскрытия сути вещей.
- в физике — в вычислении удельных весов и сжимаемостей материалов, длин волн и спектральных интенсивностей, электропроводностей и контактных потенциалов;
- в химии — в определении состава веществ и атомных весов, в установлении точек кипения и кислотностей растворов, в построении структурных формул и измерении оптической активности.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- В биологии -?
- Увеличение точности и расширение круга известных фактов - значительная часть литературы:
 - Создание рекомбинантных организмов
 - Геном человека
- Для этих целей создавалась сложная специальная аппаратура, требовались выдающиеся таланты, много времени и значительные финансовые затраты.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- Синхротроны и радиотелескопы –
- От Тихо Браге до Э. О. Лоренца некоторые ученые завоевали себе репутацию великих не за новизну своих открытий, а за **точность, надежность и широту методов**, разработанных ими для уточнения ранее известных категорий фактов.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- 2. Факты, которые не представляют большого интереса сами по себе, **могут непосредственно сопоставляться с предсказаниями парадигмальной теории.**
- Мало областей, в которых научная теория непосредственно соотнесена с природой.
- Общая теория относительности Эйнштейна имеет три таких области.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- Если применение теории возможно, требуется теоретическая аппроксимация.
- Улучшение этого соответствия или поиски новых областей, в которых можно продемонстрировать полное соответствие, требует постоянного совершенствования мастерства и возбуждает фантазию экспериментатора и наблюдателя.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- Специальные телескопы для демонстрации предсказания Коперником годичного параллакса
- машина Атвуда, изобретенная почти столетие спустя после выхода в свет “Начал” Ньютона и дающая впервые ясную демонстрацию второго закона Ньютона;
- прибор Фуко для доказательства того, что скорость света в воздухе больше, чем в воде;
-



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- гигантский сцинтилляционный счетчик, созданный для доказательства существования нейтрино,
- Специальная аппаратура, огромные усилия и изобретательность, чтобы ставить теорию и природу во все более тесное соответствие друг с другом
- Существование парадигмы заведомо предполагает, что проблема разрешима - можно создать аппаратуру, позволяющую решить проблему.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов

- 3. Эмпирическая работа, предпринимаемая для разработки парадигмальной теории в целях разрешения некоторых оставшихся неясностей и улучшения решения проблем, которые ранее были затронуты лишь поверхностно.
- наиболее важный класс, требует аналитического подхода
- В математизированных науках: эксперименты с целью разработки парадигмы – определение физических констант.



Три центральных момента в научном исследовании при накоплении фактов



- Например, труд Ньютона указывал, что сила притяжения между двумя единичными массами при расстоянии между ними, равном единице, должна быть одинаковой для всех видов материи в любом месте пространства.
- Не подсчитана величины этого притяжения, то есть универсальная гравитационная постоянная
- 100 лет после “Начал” нет прибора для определения этой величины.



Развитие физической теории



- Кавендиш, конец 90-х годов XVIII века: метод определения гравитационной постоянной - несовершенный.
- выдающиеся экспериментаторы - усилия на уточнение гравитационной постоянной.
- определение астрономических постоянных, числа Авогадро, коэффициента Джоуля, заряда электрона и т. д.
- Это плоды парадигмальной теории, которая сформулировала проблему и гарантировала существование определенного решения.



Усилия, направленные на разработку парадигмы

- не ограничиваются определением универсальных констант.
- **открытие количественных законов:**
 - закон Бойля, связывающий давление газа с его объемом,
 - закон электрического притяжения Кулона
 - формула Джоуля, связывающая теплоту, излучаемую проводником, по которому течет ток, с силой тока и сопротивлением



ОТКРЫТИЕ ЗАКОНОВ

- Парадигма - предпосылка открытия подобного типа законов?
- Неверное мнение: «законы открываются посредством одних лишь измерений, предпринятых ради самих этих законов без всяких теоретических предписаний» - применение такого чисто бэконовского метода.



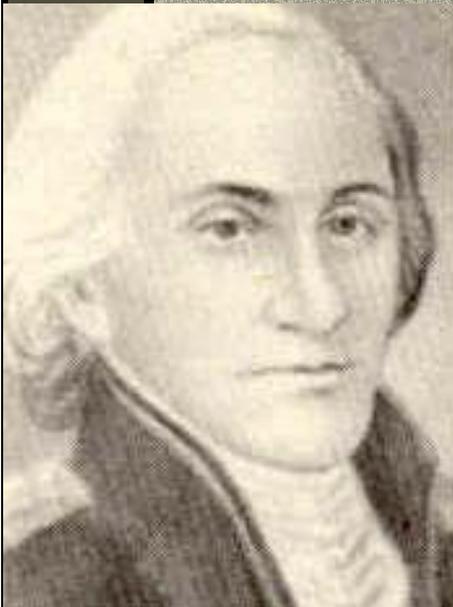
ОТКРЫТИЕ ЗАКОНОВ



- Эксперименты Бойля немислимы, пока воздух рассматривался как упругий флюид, к которому можно применять понятие гидростатики (а если бы их и можно было бы поставить, то они получили бы другую интерпретацию или не имели бы никакой интерпретации вообще)



ОТКРЫТИЕ ЗАКОНОВ



- КУЛОН Шарль Огюстен : создал специальный прибор для измерения силы, действующей на точечные заряды.
- До него электрические силы измеряли на обычных весах
- Конструкция прибора зависела от признания того, что каждая частичка электрического флюида воздействует на другую на расстоянии.
- Кулон искал силу взаимодействия между частицами, которую можно было бы легко представить как простую функцию от расстояния.



ОТКРЫТИЕ ЗАКОНОВ



- Джеймс Прескотт ДЖОУЛЬ
- Эксперименты Джоуля - иллюстрация того, как количественные законы возникают благодаря разработке парадигмы.
- Связь между качественной парадигмой и количественным законом: угадывание законов с помощью парадигмы за много лет до создания приборов и экспериментального обнаружения законов.



Эксперимент, нацеленный на разработку парадигмы

- похож на исследование
- преобладает, когда рассматриваются качественные, а не количественные аспекты природных закономерностей, в науках, которые интересуются в первую очередь качественными законами.
- Парадигма, развитая для одной категории явлений, не годится при рассмотрении другой категории явлений, тесно связанной с первой.



Эксперимент, нацеленный на разработку парадигмы

- Тогда необходимы эксперименты для того, чтобы среди альтернативных способов применения парадигмы выбрать путь к новой области научных интересов.
- Тепловая теория - парадигма в изучении процессов нагревания и охлаждения при смешивании и при изменении состояния.
- Но теплота излучается и поглощается в других случаях (при химическом соединении, при трении, благодаря сжатию или поглощению газа) и к каждому из этих явлений тепловую теорию можно приложить по-разному.



Эксперимент, нацеленный на разработку парадигмы

- Если бы вакуум, например, имел теплоемкость, то нагревание при сжатии можно было объяснить как результат смешивания газа с пустотой или изменением удельной теплоемкости газов при изменении давления.
- другие возможности объяснения.
- эксперименты исходили из парадигмального характера тепловой теории и использовали ее при разработке экспериментов и для интерпретации их результатов. Как только был установлен факт нагревания при увеличении давления, все последующие эксперименты в этой области были подчинены тем самым парадигме. Если само явление установлено, то как еще можно было объяснить выбор данного эксперимента?



Теоретические проблемы нормальной науки

- Часть нормальной теоретической работы состоит в использовании существующей теории для предсказания фактов, имеющих значение сами по себе.
- Примеры: Создание астрономических эфемерид, расчет характеристики линз, вычисление траектории радиоволн
- Ученые: поденная работа для инженеров и техников.
- Научные журналы редко это публикуют.



Теоретические проблемы нормальной науки

- Зато те же журналы уделяют большое место обсуждению проблем, которые обычный читатель должен был бы, вероятно, расценить как простые тавтологии. Такие чисто теоретические разработки предпринимаются не потому, что информация, которую они дают, имеет собственную ценность, а потому, что они непосредственно смыкаются с экспериментом. Их цель заключается в том, чтобы найти новое применение парадигмы или сделать уже найденное применение более точным.



Теоретические проблемы нормальной науки

- Необходимость такого рода работы обусловлена огромными трудностями в применении теории к природе. Эти трудности можно кратко проиллюстрировать, обозревая путь, пройденный динамикой после Ньютона. В первые годы XVIII века те ученые, которые нашли парадигму в “Началах”, приняли общность ее выводов без доказательства, и они имели все основания так сделать.



Теоретические проблемы нормальной науки

- Ни одна другая работа в истории науки не испытала столь быстрого расширения области применения и такого резкого возрастания точности.
- Для изучения небесных явлений Ньютон использовал кеплеровские законы движения планет, а также точно объяснил наблюдаемые отклонения от этих законов в движении Луны.



Теоретические проблемы нормальной науки

- Для изучения движения нашей планеты он использовал результаты некоторых разрозненных наблюдений над колебаниями маятника, наблюдений приливов и отливов.
- С помощью дополнительных, но в известном смысле произвольных (*ad hoc*) допущений он умел также вывести закон Бойля и важную формулу для скорости звука в воздухе.



Теоретические проблемы нормальной науки

- При тогдашнем уровне развития науки успех его демонстраций был в высшей степени впечатляющим, хотя, учитывая предполагаемую общность законов Ньютона, следует признать, что число этих приложений было сравнительно невелико и что Ньютон не смог добавить к ним почти никаких других.
- Более того, если сравнивать все это с тем, чего может достигнуть в наше время любой аспирант-физик с помощью тех же самых законов, то окажется, что даже указанные Ньютоном несколько конкретных применений его законов не были разработаны с должной точностью.
-



Теоретические проблемы нормальной науки

- Наконец, “Начала” были предназначены главным образом для решения проблем небесной механики. Было совершенно неясно, как приспособить их для изучения земных процессов, в особенности для движения с учетом трения. Тем более, что весьма успешные попытки решения “земных” проблем были уже предприняты с использованием совершенно других технических средств, созданных впервые Галилеем и Гюйгенсом и использованных еще шире европейскими учеными в течение XVIII века, такими, как Бернулли, Д’Аламбер и многие другие.



Теоретические проблемы нормальной науки

- Вполне вероятно, что их технические средства и некоторые приемы, использованные в “Началах”, можно было бы представить как специальные применения более общих формул, но до некоторых пор никто не представлял себе полностью, как это может быть реализовано конкретно



Проблема точности

- Мы уже иллюстрировали ее эмпирический аспект. Для того чтобы обеспечить точные данные, которые требовались для конкретных применений парадигмы Ньютона, нужно было особое оборудование вроде прибора Кавендиша, машины Атвуда или усовершенствованного телескопа.
- С подобными же трудностями встречается и теория при установлении ее соответствия с природой.
- Применяя свои законы к маятникам, Ньютон был вынужден принять гирию маятника за точку, обладающую массой гири, чтобы иметь точное определение длины маятника.



Проблема точности

- Большинство из его теорем (за немногими исключениями, которые носили гипотетический или предварительный характер) игнорировали также влияние сопротивления воздуха.
- Все это были законные физические упрощения.
- Тем не менее, будучи упрощениями, они так или иначе ограничивали ожидаемое соответствие между предсказаниями Ньютона и фактическими экспериментами.



Проблема точности

- Те же трудности, даже в более явном виде, обнаруживаются и в применении теории Ньютона к небесным явлениям.
- Простые наблюдения с помощью телескопа показывают, что планеты не вполне подчиняются законам Кеплера, а теория Ньютона указывает, что этого и следовало ожидать. Чтобы вывести эти законы, Ньютон вынужден был пренебречь всеми явлениями гравитации, кроме притяжения между каждой в отдельности планетой и Солнцем. Поскольку планеты также притягиваются одна к другой, можно было ожидать лишь относительного соответствия между применяемой теорией и телескопическими наблюдениями.



Проблема точности

- Достигнутое соответствие, разумеется, представлялось более чем удовлетворительным для тех, кто его достиг.
- За исключением некоторых проблем движения Земли, ни одна другая теория не могла достигнуть подобного согласия с экспериментами.
- Ни один из тех, кто сомневался в обоснованности труда Ньютона, не делал этого в силу того, что этот труд был недостаточно согласован с экспериментом и наблюдением.
- Тем не менее ограниченность данного соответствия оставляла множество заманчивых теоретических проблем для последователей Ньютона.
-



Проблема точности

- Например, требовались особые теоретические методы для истолкования движения более чем двух одновременно притягивающихся тел и исследования стабильности орбит при возмущениях.
- Проблемами, подобными этим, были заняты многие лучшие европейские мыслители на протяжении XVIII и начала XIX веков.
- Эйлер, Лагранж, Лаплас и Гаусс посвятили свои самые блестящие работы совершенствованию соответствия между парадигмой и наблюдением небесных явлений.
-



Проблема точности

- Многие из этих мыслителей в то же время работали над прикладными проблемами применения математики в областях, о которых не могли думать ни сам Ньютон, ни его современники из континентальной школы механиков.
- Они написали множество работ и развили весьма мощный математический аппарат для гидродинамики и для решения проблемы колебания струны.
- В процессе решения этих прикладных проблем была осуществлена, вероятнее всего, наиболее блестящая и трудоемкая из научных работ XVIII столетия.
-



Проблема точности

- Другие примеры можно почерпнуть из обзора постпарадигмального периода в развитии термодинамики, волновой теории света, электромагнитной теории или других отраслей науки, в которых фундаментальные законы получили законченное количественное выражение. По крайней мере в наиболее математизированных науках основная часть теоретической работы состояла именно в этом.



Разработка парадигмы

- Но это не значит, что вся работа имела подобный характер.
- Даже в математических науках существуют теоретические проблемы, связанные с более глубокой разработкой парадигмы.
- В те периоды, когда в науке преобладает качественное развитие, подобные проблемы выдвигаются на первый план.
- Некоторые из этих проблем, как в науках, использующих более широко количественные методы, так и в науках, пользующихся преимущественно качественными методами, нацелены просто на уяснение сути дела посредством введения новых формулировок.



Разработка парадигмы

- Например, практическое применение “Начал” не всегда оказывалось легкой работой.
- С одной стороны, это объясняется определенной тяжеловесностью, неизбежной в любом научном начинании, а с другой — тем, что в отношении применения слишком многое из содержания этого труда лишь подразумевалось.
- Во всяком случае для многих приложений “Начал” к “земным” проблемам методы, развитые, по-видимому, для другой области континентальными исследователями, выглядели намного более эффективными.



Разработка парадигмы

- Поэтому начиная с Эйлера и Лагранжа в XVIII веке до Гамильтона, Якоби, Герца в XIX веке многие из блестящих европейских специалистов по математической физике неоднократно пытались переформулировать теоретическую механику так, чтобы придать ей форму, более удовлетворительную с логической и эстетической точки зрения, не изменяя ее основного содержания. Иными словами, они хотели представить явные и скрытые идеи “Начал” и всей континентальной механики в логически более связном варианте, в таком, который был бы одновременно и более унифицированным, и менее двусмысленным в его применениях к вновь разработанным проблемам механики.



Переформулировка парадигм

- Подобные переформулировки парадигм неоднократно предпринимались во всех науках, но большей частью они приводили к более существенным изменениям в парадигме, чем приведенные выше переформулировки “Начал”.
- Такие изменения происходят в результате эмпирического исследования, описанного выше как стремление к разработке парадигмы.
- В действительности же классифицировать такой тип работы как эмпирический было бы слишком произвольно.



Переформулировка парадигм

- Более чем любой другой вид нормального научного исследования, проблемы разработки парадигмы оказываются одновременно и теоретическими и эмпирическими.
- Примеры, приведенные выше, будут также хорошо служить и здесь.
- До того как Кулон смог сконструировать свой прибор и с помощью этого прибора произвести измерения, он использовал теорию электричества для того, чтобы определить, каким образом его прибор может быть построен. Результат его измерений был предвосхищен в теории.



Переформулировка парадигм

- Или другой пример: те же самые исследователи, которые, чтобы обозначить границу между различными теориями нагревания, ставили эксперименты посредством увеличения давления, были, как правило, и теми, кто предлагал различные варианты для сравнения. Они работали и с фактами и с теориями, и их работа давала не просто новую информацию, но и более точную парадигму, благодаря удалению двусмысленностей, таившихся в первоначальной форме парадигмы, с которой они работали. Во многих дисциплинах большая часть работы, относящейся к сфере нормальной науки, состоит именно в этом.



Три класса проблем эмпирической и теоретической нормальной науки

- 1. установление значительных фактов,
- 2. сопоставление фактов и теории,
- 3. разработка теории
- Они, разумеется, не исчерпывают всю научную проблематику без остатка.
- Существуют также экстраординарные проблемы, и, вероятно, именно их правильное разрешение делает научные исследования в целом особенно ценными.
- Но экстраординарные проблемы не должны нас здесь особенно волновать. Они возникают лишь в особых случаях, к которым приводит развитие нормального научного исследования.



Три класса проблем эмпирической и теоретической нормальной науки

- Поэтому подавляющее большинство проблем, поднятых даже самыми выдающимися учеными, обычно охватывается тремя категориями, указанными выше. Работа в рамках парадигмы не может протекать иначе, а отказаться от парадигмы значило бы прекратить те научные исследования, которые она определяет. Вскоре мы покажем, что заставляет ученых отказаться от парадигмы. Подобные отказы от парадигмы представляют собой такие моменты, когда возникают научные революции. Но прежде чем перейти к изучению этих революций, нам необходим более широкий взгляд на ход нормального исследования, которое готовит почву для революции.

Приложение 4. Как написать статью?

Целью научного исследования является публикация. Научный эксперимент, неважно, какие впечатляющие результаты он дает, не завершен до тех пор, пока его результаты не опубликованы. Краеугольный камень философии современной науки – результаты оригинального исследования должны быть **ОПУБЛИКОВАНЫ**, только так они могут быть проверены и только затем они могут стать частью того, что мы называем «научным знанием». Таким образом, ученый должен не только «делать» науку, он должен «писать о науке».

Международная система научных публикаций

Первичные и вторичные научные публикации

Научная статья – письменный и опубликованный отчет, описывающий результаты оригинального исследования и удовлетворяющий определенным критериям. Особое значение имеют публикации, которые по-английски называются «*valid/primary publication*». Это можно перевести как *правильная,*

годная, первичная, правомерная или основная публикация. Чтобы научная статья квалифицировалась как правильная (первичная), она должна быть правильно опубликована. Совет редакторов биологической литературы в США (The Council of Biology Editors, CBE¹) авторитетная профессиональная организация, принял следующее определение: «Приемлемая *первичная научная публикация* – первое публичное представление существенной информации об исследовании в форме, которая позволяет (1) коллегам оценить исследование, (2) воспроизвести эксперименты, (3) оценить интеллектуальный процесс, приведший к выводам. Это публичное представление информации об исследовании должно быть доступно для восприятия с помощью органов чувств, размещено на постоянном носителе, доступно для научного сообщества без ограничений, доступно для включения в одну или более библиографических систем реферирования научных публикаций (например, *Biological Abstracts*, *Chemical Abstracts*, *Index Medicus*, *Excerpta Medica*, *Bibliography of Agriculture* и т. д. в США и аналогичные системы в других странах)».

Это означает, что неопубликованный ранее материал об оригинальном исследовании должен быть опубликован в журнале, где сначала рукописи статей рецензируются коллегами-исследователями и только после положительных отзывов рецензентов статья публикуется в журнале. Это называется публикацией в рецензируемом журнале (*peer-reviewed publication*), и только такая публикация считается правильной, а журналы, придерживающиеся таких правил, считаются правильной научной литературой. И наконец, для того чтобы представленный отчет об оригинальном исследовании был опубликован таким журналом, он должен быть написан в соответствии с определенными требованиями.

Журналы публикуют не только оригинальные, но и обзорные статьи (*review papers*). Существуют даже журналы, которые публикуют только обзорные статьи. Обзорные статьи в журналах посвящены рассмотрению ранее опубликованных статей, связанных общей тематикой. Они предназначены для обобщения, суммирования, анализа, оценки или синтеза ранее опубликованной информации (правильных научных публикаций). Ошибкой является мнение, что обзорные статьи не содержат ничего нового. Напротив, именно в них формулируются новые теории, выдвигаются новые идеи или даже парадигмы.

Кроме статей об оригинальных научных исследованиях (оригинальных статей), размещаемых в журналах, в других изданиях публикуются в большом количестве научные тексты других типов, которые не отвечают критериям правильной научной публикации. Например, большинство опубликованных отчетов об исследованиях, выполненных по договорам с государственными или частными организациями, трудов институтов, институтских бюллетеней не квалифицируются как первичная научная литература. Также не относятся к числу правильных научных публикаций новостные сообщения, статьи в корпоративных изданиях и журналах для ограниченного (слу-

¹ Вместо этой организации сейчас существует Совет редакторов научной литературы (the Council of Science Editors, CSE).

жебного) пользования.

В настоящее время все большее число членов международного научного сообщества придерживаются следующей классификации научных публикаций. Первичная научная публикация – статья, описывающая оригинальное исследование, опубликованная в рецензируемом журнале. Все остальные публикации, обзорные статьи, материалы конференций, монографии, сборники – вторичная научная литература.

Импакт-фактор и индекс цитирования

В мире выходят десятки тысяч научно-технических журналов. Наиболее широко для оценки влияния журнала применяется импакт-фактор (ИФ, *impact factor, IF*). Импакт-фактор оценивает, насколько часто в публикациях других научных журналов ссылаются на статьи, опубликованные в данном журнале. ИФ журнала рассчитывается как количество ссылок, сделанных в текущем году, на статьи, опубликованные в журнале за два предыдущих года, отнесенное к общему количеству опубликованных статей в этом же журнале за эти годы. Например, ИФ за 2003 год = A/B , где A – число ссылок в 2003 году на статьи опубликованные в журнале в 2001–2002 гг., B – общее число статей, опубликованное в журнале за 2001–2002 годы. Такой метод в некоторой степени уравнивает в правах молодые и старые журналы (учитываются ссылки только на статьи последних двух лет, а не за всю историю журнала), журналы большие и маленькие, поскольку по сути импакт-фактор — это среднее число ссылок на одну статью, от количества статей в выпуске и периодичности издания он не зависит.

Этот библиографический показатель был введен в 60-х годах прошлого столетия основателем Института научной информации (*Institute for Scientific Information, ISI*) в США Юджином Гарфилдом (*Eugene Garfield*). Импакт-факторы журналов ежегодно публикуются в журнале *Journal Citation Report*, который является продуктом *Thomson Scientific* (<http://scientific.thomson.com/products/jcr>). В настоящее время система учета цитирования *Thomson Scientific* охватывает более 8000 журналов из 60 стран по 200 специальностям. Считается, что эти журналы охватывают более 90 % важнейшей информации в области естественных наук, техники, медицины и сельского хозяйства.

Организация текста оригинальной статьи для журнала

подавляющее большинство международных научных журналов требуют, чтобы статья, описывающая результаты оригинального экспериментального исследования, состояла из следующих разделов: введение, методы (материалы и методы), результаты и обсуждение (*Introduction, Methods, Results, and Discussion – IMRAD*). Иногда к аббревиатуре *IMRAD* добавляется буква *A*, которая обозначает *Abstract* (Реферат), и получается *AIMRAD*. Более подробно внутренняя структура разделов научной статьи будет рассмотрена далее. Если статья посвящена теоретическому исследованию, то раздел *Methods* заменяется на *Theoretical Basis*.

В основе *IMRAD*-формата лежит очень простая логика. Разделы статьи как бы отвечают на естественные вопросы. Первый вопрос – какой проблеме посвящено исследование? Ответ должен содержаться во введении. Следующий вопрос – как изучалась проблема? На этот вопрос отвечает раздел «Методы». Каковы основные находки или даже открытия? Ищите ответ в разделе «Результаты». Что означают полученные результаты? Ответ находится в разделе «Обсуждение». Кроме того, любая статья начинается с названия (заголовка, *Title*), за которым следует перечисление авторов, место их работы и адреса, место выполнения представляемого исследования. Затем следует реферат (*Abstract, Summary, Resume*), который является очень кратким изложением содержания статьи, в конце которого можно найти ключевые слова (*key words*). После реферата собственно начинается сама статья (*paper body*). Чаще всего в конце статьи после раздела «Обсуждение» помещаются благодарности (*Acknowledgements*) и включает статью список использованной литературы (*References, Literature cited*).

Структура *IMRAD* является характерной для статей, посвященных оригинальным исследованиям. Однако многие журналы публикуют заметки и короткие сообщения, структура которых может быть иной. Значительное разнообразие в организации статей наблюдается в тех журналах, которые публикуют материалы описательного характера, такие как отчеты об экспедициях, описания отдельных клинических случаев в медицине и т. д. *IMRAD*-формат не используется для обзорных статей.

Если у вас есть хоть малейшие сомнения в том, как должна быть организована подготавливаемая вами статья, чтобы быть опубликованной в данном журнале, то лучше всего обратиться к опубликованным в журнале статьям, к правилам для авторов данного журнала (*Instructions to Authors*).

Название (*Title*)

Очевидно, что название статьи будет прочитано наибольшим количеством читателей, а точнее сказать, всеми теми, кто будет просматривать содержание данного номера журнала, а также теми, кто натолкнется на статью при поиске. Возможно, тысячи людей просмотрят название статьи и лишь единицы прочитают всю статью целиком. Функция названия – привлечь как можно больше заинтересованных читателей к прочтению самой статьи. Для того чтобы привлечь внимание именно тех, кому статья может быть интересна, название должно как можно более точно и полно соответствовать содержанию статьи. Именно поэтому подбирать слова для названия надо с величайшей тщательностью, особенно обращая внимание на их информационную наполненность, значимость и сочетаемость. Если название не будет передавать содержание статьи должным образом, то возможно статья никогда не будет прочитана теми специалистами, для которых она была предназначена.

Опытные авторы статей пишут название статьи только тогда, когда она уже написан. Перед тем, как начать писать текст, следует подумать, для какой аудитории предназначена статья, чтобы решить определения каких терминов и описание чего надо приводить, а что можно опустить, предполагая,

что это хорошо знакомо всем специалистам, работающим в данной области.

Название статьи не должно быть слишком длинным или слишком коротким и должно содержать не менее 3 и не более 15 слов (не считая предлогов). Например, в журнал (*Journal of Bacteriology*) была представлена статья с названием «*Studies of Brucella*». Очевидно, что такой заголовок мало поможет потенциальному читателю понять, о чем же эта статья. В настоящее время такие короткие названия встречаются у представляемых в журналы статей очень редко. Значительно чаще для опубликования представляются статьи, которые имеют слишком длинные заголовки. Около века назад, когда наука была значительно менее специализирована, заголовки были заметно длиннее и менее специфичны. Пример длинного заголовка: «*On the addition to the method of microscopic research by a new way of producing colour-contrast between an object and its background or between definite parts of the object itself*» (*Rheinberg, J.R. Microsc. Soc. 1896:373*). В наше время заголовки статей получаются слишком длинными из-за присутствия в них «мусорных» слов (*waste words*). Эти слова считаются мусором потому, что не несут практически никакой информационной нагрузки. Очень часто такие слова находятся прямо в начале названия. К ним относятся такие, как словосочетания «*Studies on*», «*Observations on*», «*on the*», «*A study of*», «*Research on*», «*report on*», «*regarding*», and «*use of*». Неопределенные артикли «*A*» и «*An*», в самом начале заголовка также относятся к мусорным словам.

Значение и порядок слов в заголовке важны не только для читателей, которые видят заголовок в содержании очередного номера журнала, но и для тех, которые узнают о статье из вторичных библиографических источников, например, реферативных журналов, *Biological Abstracts*, *Chemical Abstracts*, *Index Medicus* и тому подобных. Большинство современных компьютеризованных библиографических систем реферирования основаны на использовании ключевых слов (*KWIC* – *key words in context* или *KWOC* – *key words out of context*). Таким образом, неплохо, если автор будет использовать такие ключевые слова прямо в названии статьи. В этом случае ваша статья с большей вероятностью попадет на глаза потенциально заинтересованному читателю, что особенно важно для начинающих исследователей, которые размещают свои первые статьи в менее популярных журналах.

Можно считать правилом, что название статьи не может содержать сокращений, химических формул, торговых названий препаратов и реагентов, узкоспециальных, жаргонных слов, а также необычных, «самодельных» терминов.

Список авторов (Authors)

У подавляющего большинства исследований авторов больше, чем один. Общего правила, кого включать в список авторов и в каком порядке перечислять их имена, не существует. В соответствии с принципами научной этики авторами научной публикации могут являться те, и только те, кто сделал реальный вклад в исследование, отвечает за содержание рукописи, а также принимает участие в ее подготовке.

В настоящее время превалирует тенденция считать первого в списке авторов «старшим» автором. В результате «важный» соавтор обычно претендует либо на первое, либо на последнее место в списке, но никак не на место в середине. В некоторых отраслях науки, например в математике, чаще имена авторов расставляют в алфавитном порядке. Все еще сильна традиция, по которой имя заведующего лабораторией включается во все статьи, публикуемые его сотрудниками. Не менее заметна тенденция к увеличению числа авторов публикаций, что обусловлено тем, что часто в число авторов включают всех сотрудников лаборатории, даже тех, кто оказывал чисто техническую помощь, а также тем, что расширяется число исследований, выполняемых в сотрудничестве несколькими лабораториями. В результате среднее число авторов статей увеличивается.

После имен авторов статьи следуют строчки, где перечисляют места их работы, адреса, указывают место выполнения работы, а также автор для переписки. Это чисто техническая работа, и лучше всего просто следовать тому, что вы видите в журнале.

Реферат (Abstract)

Следующий раздел статьи – краткое изложение содержания статьи. По-русски это чаще всего называется рефератом, а по английски *heading abstract, resume, summary*. Реферат – краткое изложение содержания статьи. По читаемости реферат занимает второе место после названия статьи. Его функция – ориентировать потенциальных читателей более точно относительно содержания статьи и заинтересовать их настолько сильно, чтобы у них возникло желание прочитать всю статью целиком.

Реферат следует считать мини-версией статьи, т. е. он должен содержать все ее разделы, но в очень сокращенном виде. Если реферат написан хорошо, то по нему можно быстро и точно узнать, насколько содержание статьи связано с вашей работой, что помогает принять решение о необходимости прочтения всей статьи целиком. Реферат обычно не может содержать более 250 слов, должен быть организован как один параграф, и в нем может быть написано только то, что есть в самой статье. Ссылки на литературные источники, как правило, не допускаются.

Реферат должен кратко описывать

- цели исследования,
- методы,
- результаты,
- главные выводы.

Ключевые слова (Key words)

В настоящее время ключевые слова являются обязательным элементом публикации в любом рецензируемом научном журнале. Ключевые слова можно назвать поисковым образом научной статьи. По значению и смыслу набор ключевых слов близок к аннотации (реферату), плану и конспекту, которые тоже представляют документ с меньшей детализацией, но лишен син-

таксической структуры. Во всех библиографических базах данных возможен поиск статей по ключевым словам. Если вы хотите, чтобы ваша статья была найдена заинтересованными читателями, то не пожалейте времени на составление списка ключевых слов. Ключевые слова должны отображать основные положения, достижения, результаты, основные точки интереса.

Введение (Introduction)

Введением начинается сама статья. Во введении должна содержаться информация, которая позволит читателю понять и оценить результаты исследования, представленного в статье, без дополнительного обращения к другим литературным источникам. Кроме того, во введении должно содержаться обоснование необходимости и актуальности исследования.

Обычно введение состоит из четырех подразделов:

1. Описание проблемы, с которой связано исследование или установление научного контекста (*establishing a context*).
2. Обзор литературы, связанной с исследованием (*reviewing the literature*).
3. Описание белых пятен в проблеме или того, что еще не сделано (*establishing a research gap*).
4. Формулировка цели исследования (и возможно задач) (*stating the purpose*).

В первом подразделе необходимо описать, частью какой более широкой проблемы является представляемое в статье исследование. Дать готовый рецепт того, как понять частью какой более общей проблемы является ваша работа, невозможно. Почитайте как можно больше статей по своей тематике. Посмотрите, как авторы этих статей описывают научный контекст. Актуальность этого научного контекста в явном или неявном виде будет определять актуальность проведенного вами исследования. Если у вас не получится четко сформулировать проблему, то у читателя не может появиться интерес к ее решению. Даже если читатели, не поняв проблемы, потрудятся прочитать статью до конца, то на них не сможет произвести впечатление, даже если вы решите проблему с блеском. В этом аспекте написание научной статьи можно уподобить написанию статьи для обычного журнала или газеты, где в начале необходимо овладеть вниманием читателей, чтобы они прочитали и статью до конца.

Второй подраздел введения посвящен обзору того, что и как было сделано другими исследователями в данной области. Основная часть подраздела содержит описание того, что опубликовано в статьях и книгах других исследователей и ваших собственных в том числе, если вы на них опираетесь в представляемом исследовании. Литературный обзор журнальной статьи не может претендовать на то, чтобы представить все публикации, связанные с исследованием. По какому критерию следует отбирать литературные источники для упоминания в этой части введения? Опишите те, и только те публикации, которые необходимы для понимания вашей работы, которые служат обоснованию целей и задач исследования, гипотезы исследования, приме-

няемых методов. Для того чтобы получить положительную оценку рецензентов международных журналов, придется очень тщательно и неформально подойти к выбору цитируемых работ. Если рецензент будет настаивать на включении той или иной публикации в обзор литературы вашей статьи, то не спорьте, а просто сделайте это. Если вы выбираете рецензентов для своей статьи сами, то не забудьте сослаться на публикации рецензентов. Уместно в этом подразделе также обосновать выбор метода исследования, сравнивая конкурирующие методы и получаемые с их помощью результаты.

В следующем, третьем подразделе введения вы подаете сигналы читателю, что обзор литературы закончен, и описываете важную область, в которой

- исследования еще не проводились никем, потому что этот аспект проблемы был не замечен, пропущен или игнорирован,
- имеются противоречия или конфликты между результатами разных исследователей, гипотезами, выводами,
- необходимо продолжить или расширить исследования, так как их было недостаточно.

В четвертом подразделе формулируются цели и задачи исследования. Цели и задачи исследования зачастую приходится переформулировать не один раз. Это связано с тем, что должно соблюдаться соответствие между тем, что было сформулировано в качестве целей и задач исследования, и тем, что получилось в результате. Если по мере написания статьи происходит переосмысление полученных результатов, меняется их интерпретация, то приходится переписывать цели и задачи исследования. Очень часто то, как они сформулированы в окончательном тексте статьи, весьма мало похоже на то, как они формулировались, когда выполнялось само исследование. Существует даже специальный термин для обозначения такого процесса – ретроспективная фальсификация. В некотором смысле это действительно является фальсификацией, поскольку мы часто сначала получаем ответ (результаты), а потом формулируем вопрос (цели и задачи), а в статье представляем так, как будто мы сначала ставили вопрос, а только потом получали ответ. Звучит страшно, но на самом деле никакой фальсификации тут нет. Представляя читателю «вычищенные» окончательные, приведенные в соответствие друг с другом цели и результаты, мы облегчаем понимание сути исследования и избавляем коллег-читателей от необходимости тратить время на повторение извилистого пути, приведшего нас к пониманию явления, которое и представляется в публикации.

Введение как раз подходящее место для определений всех узкоспециальных терминов и аббревиатур, которые вы будете использовать далее в тексте статьи.

Если вы уже ранее опубликовали предварительное сообщение или тезисы, посвященные представляемым в статье результатам, то вам следует упомянуть об этом и дать ссылку. Если вы направили для публикации в другой журнал статью, тесно связанную с этой, то вам также необходимо сообщить об этом читателям. Обычно такие ссылки помещают в конце введения.

Материалы и методы (Materials and Methods)

В этом разделе статьи вы описываете в деталях методы, которые использовали для получения результатов. Сначала обычно дается общая схема экспериментов (*design of the experiment*), затем сами эксперименты представляются настолько подробно и с таким количеством деталей, чтобы любой компетентный специалист мог воспроизвести ваши эксперименты у себя в лаборатории, пользуясь лишь текстом статьи. Многие читатели вашей статьи пропустят этот раздел, поскольку во введении вы уже указали, какой метод будете использовать. Однако для того, чтобы ваша статья имела научную ценность, методы исследования надо описывать в деталях.

При использовании стандартных методов и процедур можно лучше сделать ссылки на соответствующие источники, не забывая описать модификации стандартных методов, если таковые имелись. Если вы используете свой собственный новый метод, который еще нигде ранее не публиковался, то нужно дать ВСЕ необходимые детали. Однако если вы ранее опубликовали свой метод в известном журнале, то можно ограничиться ссылкой.

Если в работе использовались химические или биохимические методы, то перечислите, какие реагенты, соединения использовались в эксперименте и какой степени чистоты, за исключением стандартных лабораторных реактивов. Приведите химические названия и формулы соединений, которые являются новыми или нестандартными. Описывайте устройство использованных приборов и аппаратов, только если они нестандартные или отсутствуют в продаже, и вы их изготовили сами. Избегайте прямого использования торговых названий приборов и реактивов, хотя указывать в скобках название компании-производителя и номер модели вполне допустимо. Для химических соединений используйте международные непатентованные названия (*generic names*). Торговые названия приводятся только в случае, если продукт данного производителя чем-то отличается от аналогичных продуктов других производителей. Укажите, какие опасности имеют место при проведении данных экспериментов.

Если исследование биологического характера, то аккуратно идентифицируйте виды растений, животных и микроорганизмов в соответствии с требованиями журнала. Если вы имели дело с людьми, то обычно журналы требуют включить фразу об информированном согласии (*informed consent*) людей на участие в исследовании.

В теоретической работе в разделе *Theoretical Basis* необходимо привести математические выкладки с такой степенью подробности, чтобы их можно было легко воспроизвести и проверить правильность полученных результатов. Включите все необходимые данные, формулы, уравнения, назовите, какие преобразования над ними совершались. Если подробное описание математических преобразований занимает слишком много места, то можно привести их в приложении к статье.

Например, в экологической работе информация в разделе «Методы» может быть организована следующим образом.

1. Общая схема эксперимента (*overview of the experiment*),
2. Популяции/образцы (*population/sample*),
3. Расположение района исследования (*location of sample plot*),
4. Ограничения (*restriction/limiting conditions*),
5. Методика отбора образцов (*sampling technique*),
6. Обработка/подготовка образцов (*procedures*),
7. Материалы (*materials*),
8. Переменные и измерения (*variables and measurements*),
9. Статистическая обработка (*statistical treatment*).

Обычно в разделе «Методы» используют подзаголовки. По возможности сделайте так, чтобы подзаголовки в разделе «Методы» соответствовали подзаголовкам в разделе «Результаты». Вам будет легче писать оба раздела, если вы будете стремиться к такому соответствию между методами и результатами, а читателю будет легче понять вашу работу.

Будьте точны при описании процедур. Если образец нагревался, то укажите, до какой температуры. Вопросы «как» и «сколько» должны иметь ответ в тексте, не заставляйте рецензентов и читателей ломать голову и гадать.

Статистические процедуры представляют очень кратко, поскольку в большинстве случаев используются либо хорошо известные способы статистического анализа, либо их модификации. Стандартные статистические процедуры просто называются, ссылка на источник нужна, только если используются необычные или модифицированные методы. Вы должны обсуждать в статье свои данные, а не статистики. Обычно длинные описания статистического метода указывают, что автор совсем недавно овладел им и ему кажется, что читателем это также необходимо сделать.

После того, как вы написали раздел «Методы», дайте его почитать кому-нибудь из коллег, не вовлеченному в эту работу, и затем спросите, достаточно ли подробно вы все описали для того, чтобы это можно было повторить.

Результаты (Results)

Раздел «Результаты» является центральной частью статьи, можно сказать – ее кульминацией. В этом разделе вы представляете полученные экспериментальные или теоретические данные (результаты). Приводятся только собственные материалы, полученные в этой работе и имеющие отношение к данной задаче.

Представить результаты – не означает привести в статье записи из лабораторного журнала, компьютерную распечатку или что-то подобное. Результаты представляются в обработанном виде: таблицы, графики, организационные или структурные диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки. Описание того, что показано в иллюстрациях с короткими резюмирующими комментариями, сравнениями, статистическими оценками и является представлением результатов. В разделе «Результаты» приводят только факты, их интерпретацию, сопоставление с данными других исследователей и тому по-

добные вещи оставьте для раздела «Обсуждение».

Если было получено много похожих зависимостей, представляемых в виде графиков, то приведите только один типичный график, а данные об имеющихся количественных отличиях между графиками представьте в таблице.

Обычно описание приводимых иллюстраций и таблиц содержит три элемента.

1) предложение, которое указывает, где находится результат но может одновременно и резюмировать,

2) предложение(я), которые описывают наиболее важные находки,

3) предложение(я), которые комментируют результат.

Старайтесь не быть слишком многословным, когда обращаетесь к таблицам и графикам. Не пишите: «*It is clearly shown in Table 1 that nocillin inhibited the growth of N. gonorrhoeae*, а лучше напишите: «*Nocillin inhibited the growth of N. gonorrhoeae (Table 1).*»

Обсуждение (Discussion)

Одна из трудностей при написании статьи заключается в определении, где заканчивается описание результатов и начинается их обсуждение. Раздел «Обсуждение» труднее определить, чем другие разделы в статье. Это также самый трудный раздел для написания. Раздел «Результаты» имеет дело с фактами, а обсуждение с идеями (положениями). С одной стороны, этот раздел должен быть более теоретическим, обобщающим, абстрактным, интегрированным с общей проблемой. С другой – он более связан с реальным миром, поскольку в нем обсуждается значение полученных результатов и их дальнейшее применение. Много статей отвергаются редакторами журналов из-за плохо написанного обсуждения результатов, несмотря на то, что сами результаты были интересными и хорошо представленными. Более того, истинное значение результатов может быть совершенно скрыто неправильной интерпретаций, приводя снова к отказу в публикации. Чаще всего этот раздел слишком длинный и многословный, что указывает на сомнения автора в своих результатах и их интерпретации.

В обсуждении можно:

- напомнить о цели и гипотезе исследования,
- перечислить основные находки, в независимости от того, поддерживают или опровергают они проверяемую гипотезу и находятся в согласии или в противоречии с данными других исследователей,
- обобщить результаты,
- привести возможные объяснения,
- указать на ограничения исследования и обобщения его результатов,
- предложить практическое применение,
- предложить направление для будущих исследований.

Однако этот список не исчерпывает того, что можно написать в обсуждении. Обсуждение – самое подходящее место для ваших мыслей и соображений. Здесь вы можете поспорить с другими исследователями, предложить новые теории. Если во введении к статье формулировалась гипотеза, то в об-

суждении надо написать, подтвердилась ли гипотеза. Обсудите, достигнуты ли цели и выполнены ли задачи, сформулированные во введении.

Таблицы и графики

Таблицы (*tables*) и графики (*graphs, drawings*) используются в журнальных статьях, прежде всего, для представления результатов экспериментального исследования, хотя иногда результаты могут быть просто описаны в тексте. Все три способа представления результатов количественного исследования, текст, таблицы и графики, должны дополнять, а не повторять друг друга.

Таблица в журнальной статье ни в коем случае не может представлять собой аккуратно «забитые» в компьютер данные из лабораторного журнала. Таблица в журнальной статье показывает уже прошедшую обработку результаты, анализируя которые, читатель статьи может вместе с автором прийти к определенным выводам. Данные представляются в виде таблиц если:

- необходимо привести точные значения величин,
- важны количественные значения величин сами по себе,
- они слишком многочисленны, чтобы быть перечисленными в тексте.

Если нужно привести лишь несколько численных значений, то можно просто сделать это в тексте. Графики – это способ визуализации результатов. Если ваши экспериментальные данные имеют заметные тренды, если получается интересная картинка, когда вы рисуете график зависимости Y от X , тогда лучше в статье привести графики. Если перед вами стоит выбор, что же использовать – таблицы или графики, то выбирайте график, когда необходимо показать тренд или специфический вид зависимости.

Сейчас все графики создаются с помощью специальных компьютерных программ, что, конечно, существенно облегчает процесс их подготовки для публикации. Для того чтобы график хорошо смотрелся и понимался, он не должен быть перегружен данными, а между его элементами (подписи осей, отметки шкал, подписи данных, цифры, толщина линий осей, кривых и толщина букв) должно соблюдаться определенное соответствие. Чтобы понять, каким должно быть соотношение между разными элементами графика, как он должен быть организован, сколько кривых можно нанести на один график, лучше всего следовать тому, что можно найти в журнале, а также тому, что написано в руководстве для авторов.

График, так же, как и таблицу, нельзя просто «бросить» в текст. Каждый график, каждая таблица должны быть описаны в тексте. Описать графически представленные результаты – значит указать на характерные черты изменений, отличия между ними. Например, если на кривой временной динамики заметны три максимума, причем величина локальных максимумов увеличивается от первого к третьему, то именно об этом и надо написать. Однако если вы определили, что оптимальная величина рН для реакции составляет 8.1, то об этом надо просто написать, а не привести рисунок с графиком, имеющим единственный и очевидный максимум.

Обычно текстовое описание графиков также состоит из трех элементов. Первый элемент указывает, что именно представлено в виде графика и где

это можно найти в статье. Второй элемент описывает наиболее важные черты этого графика, а третий элемент уже комментирует.

Поскольку графики являются визуальными компонентами статьи, то и описывать их надо с помощью слов, ориентированных на зрительное восприятие (*fall, fluctuate, sharp ...*).

Если вы решили выбрать табличное представление для результатов, то также справьтесь в журнале, как должна быть организована таблица. Так же, как и график, таблица требует описания в тексте. Таблица представляет результаты, а значит, она представляется так же, как все результаты, с помощью трех элементов. Если при описании графиков используются «визуальные» слова, то при описании таблиц – слова рассчитанные на ментальное восприятие (*summarize, indicate, provide, ...*).

Самая распространенная ошибка у начинающих авторов научных статей при представлении результатов – простое повторение того, что дано в таблицах и графиках словами. Лучше укажите на особенности отдельных значений или тенденции. Кроме того, будет неплохо, если вы объясните, почему эти особенности представляются вам важными и какие из этого можно сделать выводы. Не забывайте упомянуть в тексте очевидные для вас из таблицы находки! То, что очевидно для вас, вовсе не обязательно очевидно для читателя.

В случае, если вы все-таки приводите в тексте значения из таблицы, то лучше вместо 43 % написать «немногим меньше половины» или почти половина, вместо 29 % написать «одна треть». Такие качественные характеристики лучше запоминаются и улучшают понимание приведенных результатов и статьи в целом.

Каждый график (и рисунок тоже, т. е. фотография, схема) должен иметь подпись, которая включает номер рисунка и краткое описание того, что изображено на рисунке. Подпись обычно состоит из одного или двух предложений описательного характера. Подпись должна быть самодостаточна, т. е. понимаема без обращения к тексту статьи и не должна содержать никакой информации, которой не было бы в тексте. Обычно расшифровка обозначений (символов) на графике дается в подписи к нему, а не на самом графике. Однако иногда бывает удобнее сделать это прямо на графике, что облегчает его «чтение». Проверяйте соответствие символов и аббревиатур на графике в подписи к нему и в тексте. Подписи к рисункам печатаются на отдельной странице (страницах), а не под рисунком. Если рисунок перепечатывается, то информация о разрешении печатается в конце подписи к рисунку.

Благодарности (Acknowledgments)

За основной частью статьи обычно следует два раздела: благодарности (*acknowledgments*) и список литературы (*references, literature cited*). В разделе благодарности принято выражать признательность за техническую помощь отдельных людей, перечисляя их поименно. Можно выразить благодарность и за иную поддержку: обсуждение результатов, вычитывание рукописи, критику и т. д. Если вы использовали в работе нестандартное оборудование и ма-

териалы, то можно также перечислить, на каком и чьем специальном оборудовании выполнялись эксперименты, а также перечислить источники всех других специальных материалов и объектов исследования (культур, животных). Затем необходимо выразить благодарность за финансовую поддержку исследования организациям и фондам, т. е. написать, за счет каких грантов, контрактов, стипендий удалось проделать работу.

Список литературы(References, Literature cited)

Заключительный раздел статьи – список литературы. В списке литературы перечисляют все источники, и только те источники, на которые есть ссылки в тексте статьи. Правила, по которым оформляют ссылки в тексте, а так же то, как оформляется список источников, варьируют от журнала к журналу. Здесь нужно просто следовать тому, что есть в руководстве для авторов.

Выбор журнала и представление рукописи в журнал

Правильный выбор журнала для опубликования статьи очень важен. Не менее важно правильно представить рукопись для опубликования. Если вы ошибетесь относительно и того и другого, то можете надолго задержать опубликование статьи или рукопись просто затеряется.

Первый человек в редакции журнала – главный редактор, который является авторитетным ученым. Именно главный редактор отвечает за журнал и принимает окончательное решение об опубликовании рукописей статей. Главный редактор «делает» журнал. Ему помогают один или несколько технических редакторов. Далее в тексте везде имеется в виду главный редактор, даже если рядом не будет слова «главный». Члены редакционной коллегии – ученые, которые рассматривают рукописи и рекомендуют или не рекомендуют их для опубликования.

Выбор журнала

Первый вопрос перед автором – в какой журнал отправить статью. Очевидно, что, во-первых, выбор определяется тематикой работы. Если вы еще не выбрали, то можно для начала подумать о журналах, в которых публикуются статьи по соответствующей теме, можно также обратить внимание на статьи из журналов, на которые ссылаются авторы, работающие в вашей или близкой к вам области науки, поговорить с коллегами, имеющими удачный опыт размещения публикаций в определенных журналах. Можно поискать журнал в какой-либо библиографической базе научной литературы, например,

- Science direct (<http://www.sciencedirect.com>)
- Эльзевир (Elsevier) (http://www.elsevier.com/wps/find/homepage.cws_home)
- Скопус (Scopus) (<http://info.scopus.com>)

Чтобы определить, подходит ли найденный журнал для публикации статьи, надо не только прочитать название, но также внимательно прочитать раздел, который обычно называется *Statement*. В этом разделе написаны, какие отрасли или области науки должны охватывать публикуемые в журнале статьи.

Следующее, что нужно принимать во внимание при выборе журнала, это его престижность. Наиболее престижными считаются журналы, выпускаемые профессиональными обществами исследователей и имеющие хороший тираж. Количественной оценкой престижности журнала является его импакт-фактор. Однако если вы выбираете более престижный журнал, то возможно опубликоваться там будет труднее и потребует больше времени.

Немаловажно подумать о том, какой аудитории может быть интересна ваша работа. Если она связана с решением фундаментальных научных или практических задач, которые являются общими для всего человечества, то имеет смысл пробиваться в престижный международный журнал. Если исследование связано с проблемой, имеющей региональное значение, то можно ограничиться и журналом такого же масштаба.

Представление рукописи

В настоящее время рукописи статей представляются в электронном виде через сайт журнала. Обычно рукопись разбивается на несколько частей: титульный лист и список авторов, реферат, собственно сама статья, рисунки и таблицы, подписи к рисункам и таблицам. Кроме того, обычно пишется сопроводительное письмо (*cover letter*) в произвольной форме и согласие на передачу копирайта журналу (*copyright transfer form*), по форме, которая предлагается журналом. Внимательно следуйте инструкции представления рукописи на сайте журнала. Пример сопроводительного письма приводится ниже.

Прохождение рецензирования

Когда рукопись статьи поступает в редакцию, редактор журнала принимает несколько предварительных решений. Во-первых, решает, подходит ли тематика рукописи тематике журнала. Если тема представляемой статьи соответствует тематике журнала, то редактор спрашивает себя: «Оформлена ли рукопись соответствующим образом, т. е. правильно ли напечатана рукопись, все ли таблицы и рисунки присутствуют, надлежащим ли образом оформлен список литературы...» и т. д.

Затем рукопись направляется на рецензию двум или трем специалистам. Многие журналы просят авторов составить список из пяти–шести имен потенциальных рецензентов рукописи. Подавляющее большинство авторов признают, что замечания рецензентов позволяют существенно улучшить статью, хотя первое прочтение замечаний может вызвать бурю отрицательных эмоций у автора. Более спокойное рассмотрение отзыва рецензентов приводит к пониманию того, что автору следует быть благодарным рецензентам, которые проделали большую работу, помогая сделать статью лучше.

После получения отзывов рецензентов редактор решает судьбу рукописи. Если оба рецензента признают рукопись пригодной для опубликования без исправлений или с незначительными исправлениями, то редактор, очевидно, не может не принять решение об опубликовании, и автору направляется соответствующее письмо.

К сожалению, во многих случаях, рецензенты не так единодушны.

В этом случае главный редактор принимает решение самостоятельно или отправляет рукопись третьему рецензенту. Решение опубликовать рукопись или нет принимает главный редактор, члены редколлегии, а сторонние рецензенты только рекомендуют. Обычно решение принимается главным редактором через четыре-шесть недель после представления рукописи. Если вы не получаете от журнала никаких известий в течение восьми недель, то не стесняйтесь написать в редакцию.

Возможны три варианта решений главного редактора: принять (*accept*), отказать (*reject*), принять при условии внесения изменений (*modify*). Лишь 5 % рукописей в журналах естественно-научного профиля принимаются к публикации с такой формулировкой. Наиболее вероятно, что все-таки получить послание второго или третьего типа. Если в письме главного редактора будет написано, что «*your manuscript has been reviewed, and it is being returned to you with the attached comments and suggestions. We believe these comments will help you improve your manuscript*», то это означает, что представленная вами рукопись не так уж плоха, и она может быть опубликована в журнале, но только после того как будут внесены изменения, предложенные рецензентами. Если вы решили внести коррективы в рукопись в соответствии с замечаниями рецензентов, то придерживайтесь строго сроков, назначенных редактором.

Предположим, что рукопись была отвергнута, и вы получили послание, в котором написано, что представленная рукопись неприемлема (*unacceptable*) или неприемлема в представленном виде (*unacceptable in its present form*). Первый вид отказа означает, что рукопись абсолютно неприемлема. Если послание с отказом имеет такой смысл (скорее всего, конечно, не в такой грубой и прямой формулировке), то бесполезно спорить и делать повторное представление того же материала. Прежде чем переделывать рукопись в соответствии с рекомендациями рецензентов и отправлять в другой журнал, попытайтесь трезво оценить ее. Может работа настолько плоха, что лучше ее никуда не отправлять, поскольку она может повредить вашей репутации? Если в рукописи есть части, которые можно спасти, объединив их с результатами других исследований, то сделайте это и представьте рукопись в другой журнал.

При отказе второго вида редактор пишет, что в статье содержится ценная научная информация, но она страдает существенными недостатками, которые делают рукопись в целом неприемлемой для публикации. Повторное представление переработанной рукописи не рекомендуется, такой отказ обычно означает, что редактор не считает, что даже существенно переработанная рукопись будет приемлемой для публикации в данном журнале. Вы можете попробовать снова представить рукопись после коррекции в этот же журнал, только если имеются серьезные аргументы, которые могут убедить главного редактора, что рецензенты ошиблись в своих оценках. Можно придержать рукопись до тех пор, пока не будут получены дополнительные солидные свидетельства вашей правоты, и вы сможете написать более обоснованные выводы. Представление такой «новой» рукописи рекомендуется. В

сопроводительном письме при повторном представлении статьи надо обязательно сослаться на первый вариант и коротко описать, какие новые результаты были получены.

При отказе третьего вида пишется, что в своей основе работа приемлема для опубликования, но недостатки эксперимента (например, плохой контроль) или большой дефект в тексте делают рукопись непригодной для опубликования в представленном виде. Если вы получаете отказ третьего вида, то стоит потрудиться и переделать эксперименты или текст рукописи (графики, таблицы) так, как указано в замечаниях рецензентов, и отправить переработанный вариант в этот же журнал. Если вы можете добавить данные о контрольных экспериментах, как пишет редактор, то рукопись, вероятно, будет принята. Многие редакторы отвергают статьи из-за недостатков в эксперименте, хотя часто все недостатки могут быть устранены, если просто изменить представление данных в рукописи. Можно также сделать все рекомендуемые изменения, полностью переписать обсуждение или даже переделать оригинальную полномасштабную статью в короткое сообщение (*a note*), и тогда она будет принята редактором.

Наверное, при прохождении процедуры рецензирования наиболее важно помнить, что редактор является посредником между вами и рецензентами. Если вы будете относиться к редактору с уважением и защищать свою рукопись как ученый, т. е. обоснованно и конструктивно, то большинство ваших рукописей будет принято к публикации.

Список основных библиографических источников

1. Biology Writing Guidelines

<http://www.dickinson.edu/departments/biol/BioWritingGuide/biogdline.html>

2. Guidelines on Style for Scientific Writing

<http://www.sportsci.org/jour/9901/wghstyle.html>

3. Кемп, П. Введение в биологию : пер. с англ. / П. Кемп, К. Армс. – М. : Мир, 1988. – 671 с.

4. Как получить грант РФФИ <http://www.rfbr.ru/pics/28639ref/file.pdf>

Приложение 5. История клеточной биологии

В любой истории есть начало и есть зачинатели. В истории клеточной биологии таким зачинателем был голландский привратник Антоний ван Левенгук, отличавшийся от других своим неумным любопытством.

Триста лет тому назад в ратуше голландского города Делфта весьма исправно служил привратником довольно странный человек по имени Антоний ван Левенгук (1632—1723). Привратник в ратуше – в прошлом должность весьма почетная; на нее назначали или выбирали спокойных, уравновешенных, а главное – честных и беспристрастных людей. Таким и был Левенгук, торговец сукном. Но этому человеку мало было торговли. Его также не удовлетворяло созерцание окружающего мира из окон привратнической. Ему пришла в голову мысль понаблюдать за некоторыми живыми объектами сквозь увеличительное стекло. Но, как и большинство привратников, Левенгук был человеком недоверчивым. Не доверяя увеличительным стеклам, сделанным другими, он сам в часы досуга научился искусству шлифовки стекол и достиг в этом деле немалого совершенства. Ему удалось изготовить приспособление, с помощью которого он смог увидеть рассматриваемые предметы увеличенными в 200, а то и более раз. Свой прибор Левенгук назвал *микроскопом* (рис. 5.1)

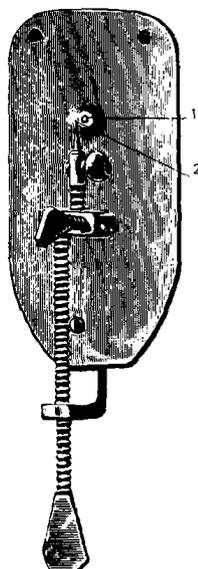


Рис. 5.1. Микроскоп Левенгука. 1 – увеличительное стекло; 2 – наблюдаемый объект располагался на кончике острой иглы. Винты служили для фокусировки

Нельзя сказать, что микроскоп первым построил Антоний ван Левенгук. Еще раньше, примерно в 1590 г., подобный прибор изготовили соотечественники Левенгука Ганс и Захариас Янсены. Свой прибор они назвали «би-

серным стеклышком». Великий итальянский ученый Галилео Галилей (1564—1642) также занимался усовершенствованием увеличительных стекол. Все знают, что он сконструировал первый телескоп для наблюдения за планетами и звездами. Конечно же, микроскоп Левенгука по сегодняшним меркам был довольно примитивным прибором, но с его помощью в конце XVII в. Левенгуку удалось увидеть то, что до него еще не видел ни один человек.

Левенгук был неутомимым исследователем. Он рассматривал в свой микроскоп все, что попадало ему под руку: щепочки, жало пчелы, листья растений. То, что он наблюдал, очень удивляло его, ибо он видел совершенство и красоту мира, скрытого от человеческого взора. Особенно его заинтересовали капли обычной дождевой воды; они, эти капли, и вызвали наибольшее удивление Левенгука. Микроскоп открыл ему, что в капле воды находится огромное количество (сотни и даже тысячи!) необычных, очень маленьких существ, имеющих вид шариков, палочек, спиралек, запятых. Размеры увиденных Левенгуком существ были настолько ничтожны, что даже песчинка превышала размер каждого из них во много раз. Диковинное существо получило название «*animalcula*», что в переводе с латыни означает «зверек». Из всего увиденного Левенгук сделал правильный вывод о повсеместной распространенности этих «зверьков».

Таким образом, голландский привратник открыл никому не ведомый до сих пор мир. Начиная с 1673 г., он регулярно сообщает о своих наблюдениях в Лондонское королевское общество. И хотя Левенгук был всего лишь простым любителем-натуралистом, к счастью для науки, английские ученые не оставили без внимания его письма и делфтский привратник – кто бы мог подумать! – был избран в 1680 г. членом-корреспондентом Лондонского королевского общества. Левенгук поражал ученых коллег тщательностью описанных им наблюдений. Он умер 26 августа 1723 г. в родном Делфте, не дожив двух месяцев до 91 года.

170 писем, которые Левенгук направил в адрес Лондонского королевского общества, содержали не только описания микроорганизмов (рис. 5.2). В них можно было найти и упоминания о яйцах насекомых, об особых сложных микроорганизмах, состоящих из большого числа круглых телец. Сегодня мы знаем, что эти последние – водоросли из рода *вольвокс*. Тело каждой из них состоит из одной клетки, но они не живут в одиночку, а всегда объединяются в шарообразные колонии, где за каждой клеткой закреплена определенная функция.

Разумеется, яйца насекомых, водоросли *вольвокс* и мельчайшие «*animalcula*» отличались друг от друга по размерам и форме, но они имели между собой и нечто общее. *И общим было то, что это были клетки.*

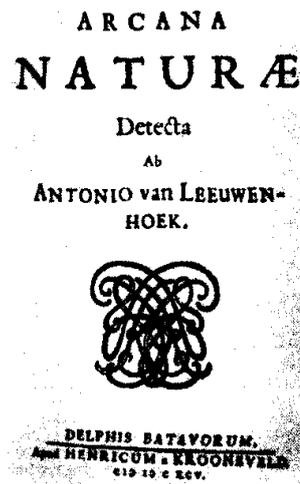


Рис. 5.2. Письма А. Левенгука в Лондонское королевское общество, изданные отдельной книгой в 1695 г. Книга называлась «Arcana naturae» – «Тайна природы»

Все началось с бутылочной пробки. Современник А. Левенгука английский естествоиспытатель Роберт Гук (1635–1703) тоже принадлежал к числу любознательных людей. С особым интересом он наблюдал за движением далеких планет, усовершенствовал ряд физических и астрономических приборов. Привлекал его и загадочный мир «невидимок» – невидимых глазу мельчайших организмов, населяющих нашу планету.

Знал ли Гук о знаменитом голландском привратнике? Да, знал. В Лондонском королевском обществе он занимался проверкой поступавших данных о результатах научных экспериментов, проводившихся учеными. Ему и была поручена проверка казавшихся невероятными открытий Левенгука. Каким образом он осуществлял возложенную на него задачу?

К числу приборов, которые усовершенствовал Гук, относится и упоминавшееся нами «бисерное стеклышко» братьев Янсенев. Благодаря этому усовершенствованию он смог наблюдать за мельчайшими объектами. Микроскоп Гука выглядел гораздо менее громоздким по сравнению с микроскопом Левенгука. Однако, выиграв во внешнем виде, микроскоп Гука потерял в качестве – он давал увеличение в два раза меньше того, которое достигалось при пользовании микроскопом Левенгука. Но и такое увеличение тоже было немалым! (рис. 5.3).

Свой микроскоп Гук использовал точно так же, как и Левенгук: он рассматривал все, что попадалось под руку. Однажды его внимание привлекла обыкновенная пробка от бутылки. Гук сделал очень тонкий срез пробки и стал его рассматривать под микроскопом. Он был поражен тем, что увидел. На срезе пробки четко просматривалась структура, похожая на пчелиные соты! А поскольку элементы пчелиных сот называют ячейками, то увиденные с помощью микроскопа элементы тонкого слоя пробки Гук назвал латинским словом «cellula», что означает ячейка, или клетка. Таким образом, термин «клетка» был введен в науку Робертом Гуком.

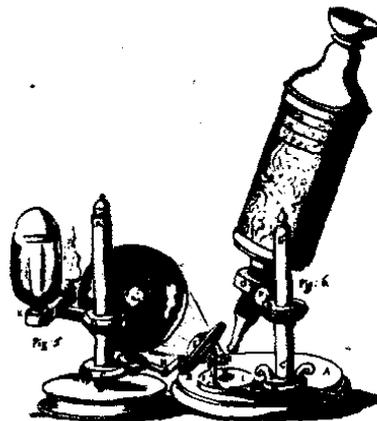


Рис. 5.3. Микроскоп Роберта Гука с его собственного рисунка

Следовательно, Левенгук и Гук открыли нам новый, совершенно незнакомый ранее мир. Они научили нас смотреть на этот мир вооруженным микроскопом глазом.

Без понимания того, какое огромное значение для человечества имеет открытие Гуком клеточного строения растений, мы никогда не сумеем ответить на вопрос: «Что такое жизнь?»

На протяжении многих веков ученые пытались выяснить, из чего состоят человек, животные, растения. Какова сущность той загадочной материи, которая «живет»?

Левенгук и Гук дали в помощь исследователям микроскоп. И тех, кто избрал в науке путь, открытый Левенгуком Гуком, ждало на этом пути немало открытий.

Мы уже знаем, каким образом Гук разглядел в пробке ячейки-клетки. Сама эта пробка была составной частью растения, так как она ведет свое происхождение от пробкового дуба. Позже ученые с помощью все более усовершенствованных микроскопов смогли убедиться в том, что и остальные части растений также состоят из клеток разного вида.

Во многих клетках исследователи наблюдали какой-то «островок», о существовании которого в свое время упоминал Левенгук. В 1831 г. английский ботаник Роберт Броун (1773–1858) назвал этот островок ядром клетки (по-латыни «*nucleus*»). В то время он еще не мог знать, какую важную роль играет клеточное ядро в жизни любого живого организма.

Итак, было установлено, что растения состоят из клеток, содержащих внутри ядра. К такому выводу пришли Левенгук и Гук еще во второй половине XVII в. Какой вроде бы простой вывод! Однако должно было пройти еще 150 лет, прежде чем эта идея стала бесспорной для любого естествоиспытателя. И естественно возник вопрос, а из чего состоит тело человека и животных?

Растительные клетки были отчетливо видны даже в несовершенном

микроскопе. Что касается препаратов, приготовленных из органов человека или животных, то под микроскопом они напоминали вспененную кость, состоящую из странных пузырьков, в которых не так легко было разобраться. Неудивительно, что еще в начале XIX в. многие верили, что «живая материя», составляющая организм людей и животных, представляет собой бесформенное желе, которое может частично затвердевать и образовывать какие-то (опять-таки непонятные) структуры.

Великое открытие девятнадцатого века – создание клеточной теории (1838–1839). Авторами клеточной теории были немецкие ученые ботаник Маттиас Шлейден (1804–1881) и зоолог Теодор Шванн (1810–1882). Здесь следует подробнее остановиться на описании их личностных особенностей. В период создания клеточной теории они были друзьями, которых объединяла, несмотря на различие характеров и несхожесть жизненных судеб, одна великая страсть – страсть к науке. В противоположность Шванну, который отличался уравновешенным характером и был настолько осторожен в своих высказываниях, что даже испрашивал разрешения епископа на каждую публикацию, Шлейден, напротив, снискал репутацию человека сумасбродного и необузданного, с взрывным характером и непредсказуемым поведением. В молодости он получил образование юриста и будучи успешно практикующим адвокатом, вдруг неожиданно для окружающих разочаровался в выбранной профессии и в состоянии тяжелой депрессии пытался пустить себе пулю в лоб, лишь по счастливой случайности отделавшись оставшимся на всю жизнь шрамом. Выздоровев, он обратился сначала к медицине, но и в ней разочаровался и только затем увлекся ботаникой, и, проучившись в общей сложности еще тринадцать лет, был наконец аттестован как биолог. Таким образом, к началу работы над клеткой Шлейдену исполнилось уже тридцать пять лет. Однако возраст несколько не отразился на его темпераменте. Именно «неистовый тевтон», как окрестили Шлейдена коллеги, был постоянным возмутителем спокойствия для Шванна, побуждая его к решению задач, порождаемых своей безудержной фантазией. К сожалению, будучи тщательным и объективным наблюдателем, Шлейден допускал порой слишком вольную интерпретацию описываемых фактов. Впрочем, Шлейден всего лишь десять с небольшим лет был занят всерьез изучением клетки. Увлечшись в 1848 г. революционными событиями во Франции, он надолго оставил всякую научную деятельность, но и тогда беспокойный характер гнал его с места на место. Последние годы жизни Шлейден посвятил преподаванию антропологии в Тартуском университете и написанию лирических эссе. (*Подробнее о Шлейдене и Шванне см. W.W. Fганке, Eur. J. Cell Biol. V. 47. 1988*).

Узнав об открытии Р. Броуном ядер растительных клеток, Шлейден выдвинул теорию о происхождении клеточных тканей. С его точки зрения ядра возникают на первой же стадии развития живой клетки из так называемой *бластемы* – плазмы, окружающей клетки. Затем вокруг ядер начинается рост клеточных пузырьков, который длится до пор, пока они не сталкиваются друг с другом. Для того времени это была глубокая мысль, к тому же изложенная Шлейденом весьма убедительно. Многие ученые поверили ему, даже

не обратив внимания на тот факт, что коллега, выступающий с новой теорией, не располагает никакими доказательствами ее достоверности.

Особое внимание на выдвинутую Шлейденом теорию происхождения клеточных тканей обратил молодой биолог Теодор Шванн. Отказавшись от духовной карьеры и решив посвятить свою жизнь нелегкому труду ученого-естественника, Шванн еще в молодости отважился встретиться с хорошо уже тогда известным научному миру ученым Шлейденом, идеи которого будоражили воображение многих естествоиспытателей. Встреча состоялась в октябре 1838 г. Вскоре М. Шлейден и Т. Шванн стали друзьями.

Шванн в отличие от Шлейдена был талантливым экспериментатором. Только за четыре года, предшествовавшие их встрече, он сделал столько открытий, что другому человеку не хватило бы для этого всей жизни! Так, изучая зародыши и ткани животных, Шванн обнаружил в них образования, напоминающие растительные клетки. Он поделился своими мыслями со Шлейденом.

Следует сказать, что, занимаясь исследованиями в области биологии, оба ученых часто обменивались мнениями по возникающим вопросам. Так было и на этот раз. Обсуждая вопрос о предполагаемой клеточной структуре тканей животных, Шванн и Шлейден все больше убеждались в правильности своих предположений. Такой вывод содержался и в книге Шванна «Микроскопические исследования», в которой он суммировал результаты всех своих прежних работ (рис. 5.4). Этот труд, вышедший в свет в 1839 г., познакомил ученых со многими данными, ранее совершенно неизвестными науке. Отметим лишь главную идею книги (потрясающую по своей простоте), которая вызвала революцию в биологии: *жизнь сосредоточена в клетках!* Или, говоря научным языком: *ткани растений и животных состоят из клеток!* (рис. 5.5) Данное положение вошло в большинство учебников биологии под названием клеточной теории Шлейдена – Шванна. Однако это не совсем верно. Дело в том, что изучением строения тканей живых организмов занимались и другие ученые, чьи исследования способствовали формированию клеточной теории, выдвинутой впоследствии Шлейденом и Шванном.

Одним из таких ученых был чешский естествоиспытатель Ян Эвангелиста Пуркине (1787–1869), иностранный член-корреспондент Петербургской академии наук по прозвищу «чешский будитель». (Открыл ядро яйцеклетки (1825), предложил термин *протоплазма* (1839)). Ян Пуркине происходил из бедной семьи, он рано потерял своего кормильца отца, и мать не имела средств для систематической учебы сына. С десятилетнего возраста мальчик пел в костеле, благодаря чему ему удалось закончить школу и гимназию, после окончания которой он был принят послушником в монастырь. Казалось бы, его жизнь попала в устойчивую колею. Но молодой Пуркине покидает монастырь с твердым желанием учиться. Для этого он начинает работать воспитателем детей в богатых дворянских семьях, зарабатывая себе на жизнь. Одновременно Ян Пуркине продолжает учиться. Сначала он изучает философию, затем медицину. Однако профессия врача его не привлекала. Пуркине начинает заниматься исследовательской работой в области естество-

вознания, ставит многочисленные опыты, результаты которых легли в основу его диссертации, сразу привлекая внимание ученых. Однако Яну Пуркине ничто не давалось легко. В течение долгих лет он работал ассистентом на кафедре анатомии, тщетно добываясь места профессора в Пражском или каком-либо другом чехословацком университете. И все же борьба за существование не помешала научным исследованиям Яна Пуркине, результатом которых явились его фундаментальные работы по физиологии, анатомии, цитологии и эмбриологии. Нужно сказать, что в те времена, когда Пуркине занялся исследовательской работой, еще не существовало глубоких традиций постановки научных экспериментов. Почему человек видит и слышит? Как работает его желудок? Как функционирует его мозг? Обо всем этом известно было крайне мало.

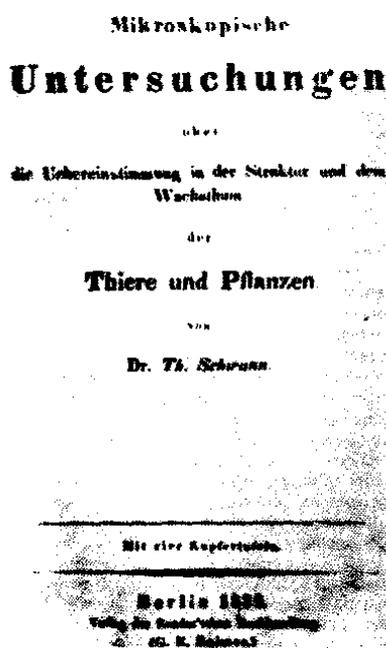


Рис. 5.4. Титульный лист книги Т. Шванна «Микроскопические исследования»



Рис.5.5. Клетки, нарисованные Теодором Шванном

Врачи и биологи, посвятившие себя изучению строения и функционирования человеческого организма, немало времени проводили в прозекторских, но, имея дело с трупами, трудно понять, как функционирует живой организм. Поэтому их теории зачастую были бездоказательными. Главной заслугой Пуркине является то, что свои идеи он выдвигал на основе строгих экспериментов.

В 1822–1849 гг. Ян Пуркине – профессор физиологии во Вроцлавском университете. В 1839 г. ему удалось добиться, чтобы при университете была организована физиологическая лаборатория. Конечно же, физиологическая лаборатория во Вроцлаве почти ничем не походила на современную научную лабораторию. Но главное заключалось в том, что она была, наконец-то, создана.

В те времена, пожалуй, единственным прибором, известным естествоиспытателям, был микроскоп. Но постигать тайны живой материи при помощи одного только микроскопа становилось все труднее. Все больше назревала необходимость создания новых приборов и новых методов исследований.

Конечно, не все свои идеи и замыслы удалось реализовать Пуркине. Он продолжал заниматься усовершенствованием довольно точного по тем временам микроскопа, которым снабдила его известная венская мастерская Плессля. Затем по его чертежам был изготовлен прибор для получения тонких срезов органов и тканей, исследуемых под микроскопом. Этот прибор, известный под названием *микротом* почти в неизменном виде сохранился до наших дней в исследовательской практике.

Пуркине разработал методы окрашивания тканей животных и растений, позволяющих рассматривать тонкие детали их структуры. При необходимости сохранить какие-то наиболее интересные препараты на будущее их консервируют. Эти методики также были разработаны Пуркине, в частности, помещением тонких срезов исследуемого объекта между двумя стеклышками с последующей заливкой бесцветным лаком или так называемым канадским бальзамом.

Сегодня микроскопические исследования на достаточно высоком уровне может проводить любой студент-медик или биолог. Но методику подобных исследований должен был кто-то разработать. Этим человек и был Ян Пуркине. Он первым подверг ткани обработке жидким воском, при застывании которого они становились настолько твердыми, что их можно было резать микротомом. Первым предложил способ их подкрашивания для более четкого наблюдения и первым предпринял попытку сфотографировать препарат через окуляр микроскопа.

Пуркине был действительно человеком разносторонних дарований. Его волновало множество научных проблем: развитие куриного яйца, тайна линий на руке, проблемы пищеварения и мышления. Имя Пуркине неоднократно упоминается в истории биологии и медицины. Например, можно вспомнить навскидку:

1. *Феномен Пуркине* – изменение яркости цветов в сумеречных условиях.
2. *Сосудистая фигура Пуркине* – расположение сосудов в глазе.

3. *Волокна и клетки Пуркине* – особые проводящие волокна сердечной мышцы и крупные клетки (нейроны) мозжечка.

4. *Тельца Пуркине* в зубах.

И это еще не все открытия, связанные с именем Пуркине. Даже простое перечисление всех открытий, сделанных этим ученым, заняло бы несколько страниц. Сам Пуркине никогда не задумывался над тем, что историки науки вспомнят о нем. Может быть, поэтому прижизненное собрание его трудов так и не появилось. Уникальные исследования разбросаны по журналам, по диссертациям его учеников. Пуркине прежде всего работал. Каждое свое открытие он рассматривал как ступень для дальнейших исследований. В 1837 г. Пуркине выступил с докладом на съезде немецких естествоиспытателей и врачей, где высказал много новых мыслей. Однако наибольший интерес представляла его идея (он привел ее доказательства еще 1825 г.!), согласно которой все растительные и животные клетки имеют ядра. Таким образом, за два года до появления упоминавшегося фундаментального труда Шванна о клеточном строении тканей растений и животных Пуркине высказал практически ту же мысль.

Шлейден и Шванн провели гораздо меньше опытов, чем Пуркине, а их теоретические построения не лишены были ошибок. Они полагали, что клетка представляет собой в некотором смысле бублик, стенки которого и видны в микроскоп. Пуркине же установил, что для жизни большое значение имеет желеобразное полужидкое вещество внутри клеток, названное им *протоплазмой*. Он также предложил для животных клеток собственное название «хондрос» – «зернышко», от греч. «chondros».

Термин «*протоплазма*» в настоящее время используется редко, однако из него возникли многие слова современного биологического словаря: *кариоплазма* – вещество, заполняющее ядро клетки; *протопласт* – клетка, лишенная клеточной оболочки, а слово *плазма* стало использоваться также и в физике.

Богатое научное наследие Пуркине до сих пор еще окончательно не изучено. Сам Пуркине, подводя жизненные итоги, сказал однажды, что после человека остается дело, а не имя, и это главное. «*Пусть потомки не будут знать моего имени – мое дело будет служить им, и этого достаточно!*»

С открытием клеточного строения живых организмов возникла новая и очень важная задача разобраться, как клетки воспроизводятся в процессе роста организмов и их размножения. Априори было ясно, что воспроизведение клеток требует, в свою очередь, полного и безошибочного воспроизведения их внутренней организации, то есть всех структур и прежде всего наследственного материала, заключенного в ядре. Теперь мы хорошо знаем, что равномерное и точное распределение наследственного материала между двумя дочерними (сестринскими) клетками обеспечивается *митозом*, представляющим собой сложный процесс структурных преобразований и перемещений внутриклеточных компонентов, завершающийся делением клетки. Сущность процесса клеточного деления с наибольшим лаконизмом охарактеризовал современник этого открытия – английский ученый Эдмунд Вильсон, сказавший еще в 1896 г., что «от клеточного деления зависят не только явления

наследственности, но и сама непрерывность жизни». При этом он несомненно помнил известный принцип Рудольфа Вирхова о непрерывности развития клеток, гласящий: «*Omnis cellula ex cellula*» – «каждая клетка из клетки». Несмотря на колоссальный прогресс знаний в области цитологии и генетики к этому положению мало что можно добавить, и биологи последующих поколений обычно лишь перефразировали мысль Вирхова. Например, можно сказать, что деление обеспечивает «биологическое бессмертие» клеток, путем непрерывного обновления их цитоплазматических структур.

История открытия митоза. Как нередко бывает с великими открытиями, истинный смысл клеточного деления был постигнут лишь много лет спустя после того как это явление впервые описали французские ученые Прево и Дюма, наблюдавшие дробление яиц у животных. Их исследование было опубликовано еще в 1824 г. в трех выпусках трудов по изучению естественных наук. В то время во Франции научные работы печатались в журналах как романы, с ремаркой «продолжение следует». Как говорила профессор Ольга Игоревна Епифанова: «Удивительное ощущение возникает, когда держишь в руках эти маленькие томики в сафьяновых или атласных переплетах, так непохожие на современные периодические издания и скорее напоминающие поэтические сборники».

Прево и Дюма описали процесс деления клеток с большой точностью, и не их вина в том, что открытие митоза не было по достоинству оценено современниками. Историки естествознания обычно упрекают в этом Шлейдена и Шванна – авторов клеточной теории (1838–1839), допускавших свободное образование клеток из окружающей их плазмы (по терминологии Шлейдена, *бластемы*). Как же могло так случиться, что два крупнейших микроскописта и естествоиспытателя своего времени, создавшие новую теорию, не менее значимую для биологии, чем эволюционное учение Дарвина, пришли к столь ошибочному заключению? Что, в частности, привело их к ошибочному взгляду на возникновение клеток из бластемы, окружающей ядро, которое, в свою очередь, формируется якобы вокруг ядрышка? Ответ кроется в личностных качествах этих незаурядных исследователей и, прежде всего, Матиаса Шлейдена – слишком вольная трактовка наблюдаемых и описываемых фактов. А авторитет создателей клеточной теории был так велик, что немедленно нашлись исследователи, «подтвердившие» это наблюдение, и результаты опытов Прево и Дюма подверглись забвению. Так или иначе, но открытие *митоза* отделяет от опытов Прево и Дюма целое пятидесятилетие. Во второй половине семидесятых годов XIX столетия последовала серия классических работ Страсбургера и его учеников, описавших отдельные фазы деления клетки; Флемминга, открывшего различные типы деления ядра; Вальдейера, охарактеризовавшего хромосомы, и ряда других исследователей.

Термин «митоз» (от греч. «μῖτος» — *нить*) принадлежит Флеммингу. Это слово прочно вошло в научную литературу, вытеснив введенный ранее Шлейхером термин *кариокinesis* (от греч. «καρυον» – *орех* и «κίνησις» – *движение*). В настоящее время общепризнанно, что митоз является самым древним способом клеточного размножения эукариотов, а все остальные

формы деления возникли в процессе эволюции как его регуляционные или патологические изменения. В основе этого взгляда лежит представление о митозе как наиболее логичном способе равномерного распределения наследственного материала между дочерними клетками.

Организация митоза. Подробное рассмотрение процесса митоза относится к курсу биологии клетки. Здесь скажем только несколько слов. Для равномерного распределения наследственного материала между дочерними клетками необходима его предварительная упаковка в небольшое число структурных единиц – хромосом (название подразумевает способность хромосом интенсивно окрашиваться гистологическими красителями; термин принадлежит Вальдейеру). В хромосомах, число которых постоянно для каждого вида животных, находятся материальные носители наследственности – гены. В начале митоза каждая хромосома уже состоит из двух нитей – хроматид, несущих идентичный генетический материал. На протяжении митоза происходит продольное расщепление хромосом и составляющих их единиц с последующим расхождением *хроматид* к полюсам клетки. Именно эти два события обеспечивают равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками, иначе говоря, их самовоспроизведение. Для перемещения хромосом в клетке нужен механизм, осуществляющий временную и пространственную хореографию клеточных компонентов. За этот процесс отвечает *ахроматиновый аппарат*, состоящий из *центросом* и *микротрубочек веретена*, с которыми хромосомы соединены при помощи *кинетохоров*. Совокупность ахроматинового аппарата и хромосом называют *митотическим аппаратом*.

Представление о митотическом (клеточном) цикле и его периодах. Понятие о митотическом цикле существовало уже давно, однако точное определение его отсутствовало. Поскольку основным объектом изучения митотического деления клеток обычно служили синхронно дробящиеся яйца животных с быстро протекающими митозами, где вслед за телофазой почти сразу же снова начинается профазы, митотический цикл нередко отождествляли и с самим митозом. Лишь позднее появился термин «интерфаза», обозначающий подготовительный период клетки к делению в целом. При этом митоз противопоставлялся интерфазе как активное состояние клетки пассивному, о чем свидетельствует и первоначальное название интерфазы – «интеркинез».

Первая успешная попытка расчленить интерфазу принадлежит Говард и Пелку (*Howard, Pelc*, 1953), показавшим методом радиоавтографии, что включение радиоактивного фосфора (^{32}P) в ДНК клеток корня конского боба *Vicia faba* происходит только в интерфазе, заканчиваясь за определенное время до начала митоза. Сделано это было с помощью метода радиоавтографии, получившего в дальнейшем широкое распространение в клеточной биологии ([рис. 5.6](#)).

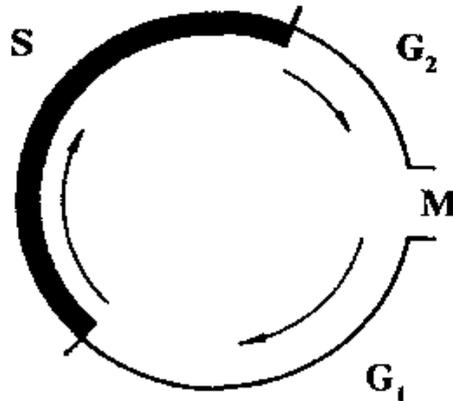


Рис. 5.6. Изображение митотического (клеточного) цикла, принятое после открытия Говард и Пелка. М – митоз, G₁, S и G₂ – периоды цикла

Несмотря на технические несовершенства, значение работ Говард и Пелка трудно переоценить. Ими была установлена дискретность репликации ДНК в митотическом цикле, опрокинуто представление об инертности клетки в интерфазе и тем самым открыт путь к широкому экспериментальному изучению происходящих в ней событий.

Здесь уместно сказать несколько слов об авторах этого открытия. Альма Говард родилась в Монреале, окончила с отличием университет Макгилла по кафедре генетики и была награждена медалью за диссертационную работу о роли хромосомных изменений в развитии рака молочной железы у мышей. Выйдя в 1939 г. замуж за англичанина ирландского происхождения, она продолжила работу в радиобиологическом отделе Хаммерсмитовского госпиталя в Манчестере, где и познакомилась со Стивенем Пелком (Штефаном Пельцем), эмигрировавшим во время войны из Чехословакии в Англию. Пелк в то время был занят изучением функции щитовидной железы с помощью радиоактивного йода. Говард предложила Пелку совместно исследовать включение радиоактивного фосфора в ДНК делящихся клеток мыши, однако проект оказался слишком дорогостоящим, и пришлось проводить опыты на корневой меристеме боба. Так состоялось открытие клеточного цикла.

Можно лишь добавить, что оба автора этого удивительного исследования были в высшей степени мужественными людьми. Овдовев в 1947 г. и оставшись одна с двумя детьми, Говард вынуждена была буквально бороться за жизнь в тяжелые послевоенные годы. А Пелк, ютившийся в крошечной захлавленной лаборатории, по вечерам подрабатывал в качестве скрипача в местном оркестре. По свидетельству коллег, он был хорошим профессиональным музыкантом.

Открытие Говард и Пелка в полной мере можно отнести к категории парадигм, которые автор этого понятия Теодор Кун определяет как «признаваемое научным сообществом достижение, служащее в течение определен-

ного времени основой для его деятельности», иначе говоря, позволяющее ставить и решать научные задачи. Парадигма отвечает двум требованиям. Она должна быть беспрецедентной (чтобы отсутствовали конкурирующие модели) и открытой (чтобы новые поколения исследователей могли находить в ее рамках нерешенные проблемы).

Беспрецедентность открытия Говард и Пелка состоит в том, что они сместили акцент с изучаемого события как такового (репликация ДНК) на время его осуществления, создав для нас не только азбуку клеточного цикла, но, по образному выражению Мэзии (*Masia*, 1978), также его грамматику и календарь. Подобно тому, как историки придумали задним числом эпоху Возрождения или эпоху Просвещения (Ренессанс), Говард и Пелк сумели создать историю отдельно взятой клетки с ее периодами, хотя границы между ними так же условны, как границы между историческими эпохами.

Открытие состояния пролиферативного покоя. Открытие периода G₀ (фазы «вне цикла»). В 1963 г. было впервые высказано предположение, что по окончании митоза клетка не обязательно сразу же вступает в пресинтетический период G₁, а может выйти в состояние «вне цикла», из которого при необходимости она вновь может вступить в клеточный цикл под влиянием пролиферативного стимула. К такому заключению пришли независимо друг от друга Лайта (*Lajtha*, 1963) и Квастлер (*Quastler*, 1963), обозначившие это состояние как период, или фазу G₀.

Открытие того, что клетки могут выходить из митотического цикла и вновь возвращаться к пролиферации, имело принципиальное значение для изучения его регуляции. Однако при этом важно обратить внимание на другое обстоятельство. Казалось бы, этот вывод напрашивался сам собой. Ведь уже было известно, что во многих популяциях лишь определенная фракция клеток проходит митотический цикл. Более того, были разработаны приемы экспериментального определения пролиферативного пула. И тем не менее многочисленные исследователи прошли мимо этого открытия.

Почему же так получилось? Представляется, что в значительной мере здесь повинна магия самих подсчетов и расчетов – неожиданно открывшаяся возможность при помощи методов клеточной кинетики сравнительно легко измерять временные параметры клеточного цикла. Но недаром у древних была поговорка: *исчисляемое еще не есть знание*. От внимания исследователей почему-то долгое время ускользало одно существенное логическое звено: если считать, что с увеличением пролиферативного пула новые порции не пролиферирующих клеток вступают в клеточный цикл, следовательно, раньше они должны были выйти из него, а это, в свою очередь, означает, что они находились вне цикла. Подобное рассуждение и легло в основу открытия Лайты и Квастлера, которое было сделано полностью в соответствии с постулатом древневосточной философии о гармоничности мышления, «когда каждая рождающаяся мысль должна завершить свой ход, чтобы не оставлять отбросов в бессознательном».

Что касается Квастлера, то он скорее интуитивно подошел к заключению о возможности выхода клеток из митотического цикла, опираясь на ра-

нее высказанное предположение (*Quastler*, 1959), что по окончании митоза клетка должна «принять решение», делиться ли ей снова или же переходить к дифференцировке. Квастлер не успел развить эту идею, поскольку в 1963 г. его уже не стало. Убедительные доводы в пользу представления о переходе клеток в фазу G_0 были сформулированы Лайтой, который по праву считается автором этого открытия.

Сын известного венгерского композитора – Лайта в послевоенные годы приехал в Манчестер, где в радиобиологическом отделе Хаммерсмитовского госпиталя начал изучать реакцию на облучение таких сложных систем, как костный мозг и печень млекопитающих. Блестящий собеседник, полиглот, эстет и меломан, Лайта легко натурализовался в Англии, где прожил до конца своих дней. Он сделался членом престижных клубов и легко мог предаться соблазнам светской жизни, если бы не его пылкий ум, научное честолюбие и огромная работоспособность. Будучи прекрасным организатором, он в скором времени сам возглавил радиобиологический отдел и направил усилия сотрудников на изучение клеточной кинетики костного мозга и печени. Именно печень, отличающаяся низким уровнем пролиферации в интактных условиях, но быстро регенерирующая после частичной гепатэктомии, оказалась тем объектом, который позволил экспериментально выявить период G_0 . Лайта аргументировал свое утверждение следующим образом. Что происходит в печени при восстановлении пролиферативной активности? Приблизительно через 15 час после операции в гепатоцитах начинается синтез ДНК, который продолжается в течение 7–8 часов. После короткого (2–3 часа) периода G_2 клетки вступают в митоз. Если бы в клетках печени был очень длительный период G_1 , (порядка нескольких месяцев, как это следует из расчетов) и если бы он просто сокращался до 15 часов при регенерации, то должно было бы наблюдаться немедленное увеличение числа клеток, синтезирующих ДНК. На самом же деле перед началом репликации ДНК всегда отмечается хорошо выраженный лаг-период, указывающий на то, что клетки вообще не были в цикле в момент стимуляции.

Наличие лаг-периода и кумулятивный характер кривых возрастания индекса меченых клеток и митотического индекса типичны для индукции пролиферативных процессов. Не следует думать, что Лайта открыл само явление индукции клеточного размножения. Вывод о гормональной индукции деления клеток в тканях-мишенях сформированного организма был сделан ранее Суонном (*Swann*, 1958), который сравнивал ее с феноменом эмбриональной индукции, описанной ранее выдающимся немецким исследователем Шпеманом (1869–1941). Однако именно Лайта сумел угадать по характеру поведения клеток, стимулированных к пролиферации под влиянием митогена, их предшествующее состояние. Поэтому его заключение о способности клеток переходить по окончании митоза в фазу «вне цикла» получило всеобщее признание, а символ G_0 стал неотъемлемой частью азбуки клеточного цикла.

Способность клеток выходить из цикла в периоде G_2 . Изучая пролиферацию клеток эпидермиса уха, Гелфант (*Gelfant*, 1963) обнаружил, что

клетки могут задерживаться при прохождении цикла как в периоде G_1 , так и в периоде G_2 . Ему удалось выявить небольшую фракцию эпидермальных клеток, которые находились в периоде G_2 более двух суток и вступали в митоз только после получения пролиферативного стимула (повреждение эпидермиса). Гелфанд подразделил всю популяцию не пролиферирующих, но потенциально способных к размножению клеток эпидермиса уха мыши на две отдельные субпопуляции – G_1 , и G_2 , соответственно периоду, в котором возникает блок.

Представление о состоянии пролиферативного покоя. Следующим шагом в изучении клеток, находящихся вне цикла, была попытка установить связь между данными клеточной кинетики, выявляющими соотношение пролиферирующих и непролиферирующих клеток в популяции, и их физиологическим статусом. О. И. Епифановой и В. В. Терских (1969) было сформулировано представление о пролиферативном покое как *особом физиологическом состоянии клетки, в котором она может оставаться в течение неограниченного времени, не пролиферируя, но полностью сохраняя жизнеспособность и возможность вступления в цикл под влиянием адекватного стимула*. При этом клетки могут переходить в состояние покоя как после окончания митоза, так и по завершении синтеза ДНК. Для обозначения периодов покоя были предложены символы R_1 , (от англ. *rest* – *покой*, соответствующий символу G_0) и R_2 (соответствующий понятию о G_2 -популяции), поскольку представлялось нецелесообразным использовать символы, применяемые в клеточной кинетике, для физиологической характеристики клеток ([рис. 5.7](#)).

Чередование периодов покоя и активной пролиферации обеспечивает контроль размножения клеток и их специализацию в процессе индивидуального развития. Клетки, находящиеся в состоянии пролиферативного покоя, могут (хотя и не обязательно) выполнять специфические функции в составе той или иной ткани. Тем не менее и специализированные, и неспециализированные покоящиеся клетки одинаково реагируют на митогенный стимул, побуждающий их вступать в клеточный цикл.

Следующим шагом в развитии представлений о механизмах размножения клеток было создание **экспериментальных систем для изучения покоящихся и пролиферирующих клеток** на основе представлений о *различных типах пролиферативного потенциала клеток* в многоклеточном организме.

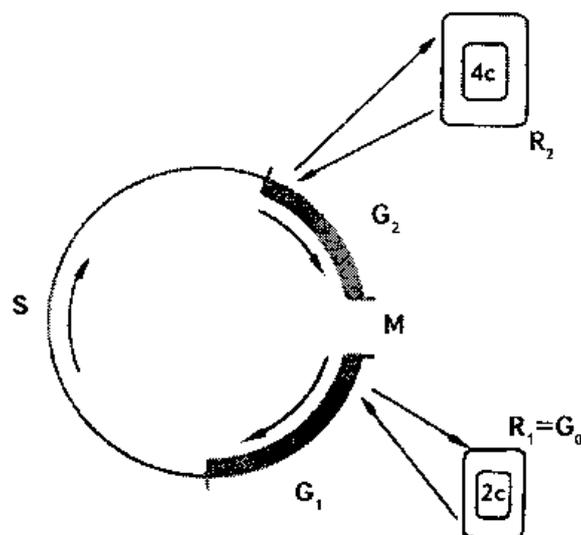


Рис. 5.7. Схема клеточного цикла, отражающая чередование периодов активной пролиферации (M, G₁, S и G₂) и состояния пролиферативного покоя (R₁ и R₂) по О. И. Епифановой и В. В. Терских. 4c и 2c – количество ДНК в клетке

Теперь мы уже хорошо знаем, что специализированные клетки во взрослом многоклеточном организме различаются по своему пролиферативному потенциалу. Их условную классификацию предложил выдающийся канадский гистолог Шарль Леблон (*Leblond*, 1964), который подразделил клетки на три основные группы: 1. *Статичные, или непролиферирующие клетки*, не размножающиеся при нормальных физиологических условиях. Типичными представителями этой категории клеток служат сегментоядерные лейкоциты, тучные клетки и эритроциты позвоночных. 2. *Растущие, или медленно пролиферирующие клетки*, отличающиеся низкой митотической активностью и незначительным уровнем гибели (лимфоциты, хондроциты, гепатоциты и др.). Такие клетки сохраняют способность к пролиферации при благоприятных для этого условиях. В частности, в паренхиматозных клетках печени пролиферативный потенциал проявляется, как мы видели, после частичной гепатэктомии. 3. *Обновляющиеся клеточные популяции*, в которых высокий уровень пролиферации уравнивается гибелью клеток. В этих клеточных популяциях основная масса вновь образованных клеток мигрирует, специализируется, претерпевает терминальную дифференцировку и погибает. Примером таких популяций могут служить клетки гемомезитической системы, клетки эпителиев, выстилающих полости органов, и клетки эпидермиса. Стволовые клетки в обновляющихся популяциях также сохраняют на всем протяжении своей жизни пролиферативный потенциал.

Особенности вступления покоящихся клеток в митотический цикл. Изучение клеточного цикла методами клеточной кинетики доминировало в 60-х годах XX в., но постепенно стало уступать место ультраструктур-

ным и биохимическим исследованиям свойств пролиферирующих и покоящихся клеток. Начало биохимическому подходу было положено работами выдающегося итальянского ученого Ренато Базерга (Baserga, 1968), который первым обратил внимание на то, что метаболические процессы в непрерывно пролиферирующих клетках, проходящих период G_1 по окончании митоза, отличаются от процессов, предшествующих началу репликации ДНК после митогенной стимуляции покоящихся клеток. Оказалось, что стимулированным клеткам требуется больше времени, чтобы войти в S-период, чем непрерывно пролиферирующим клеткам. Для обозначения отрезка времени между применением стимула и началом синтеза ДНК Базерга предложил термин «*пререпликативный период*».

В 1974 г. Аугенлихт и Базерга (*Augenlicht, Baserga, 1974*) в опытах на диплоидных фибробластах человека обнаружили, что чем дольше клетки находятся в состоянии покоя, тем больше времени им требуется для прохождения пререпликативного периода после стимуляции, причем уменьшается также фракция клеток, вступающих в S-период. Авторы пришли к заключению, что популяция покоящихся клеток *не является гомогенной*, и что клетки могут «углубляться» в состояние покоя. Со временем были выявлены и другие признаки подобного углубления, в том числе изменение ряда метаболических характеристик клеток.

Приложение 6. График учебного процесса и самостоятельной работы студентов

ГРАФИК

учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине «История и методология биологии и биофизики», направления 010700.68 физика, Института фундаментальной биологии и биотехнологии, 1-го курса магистратуры на 9-й, 10-й семестры

№ п/п	Наименование дисциплины	Семестр	Число часов аудиторных занятий		Форма контроля	Часов на самостоятельную работу		Недели учебного процесса семестра															
			всего	по видам		всего	по видам	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	История и методология биологии и биофизики (часть 1)	9	54	лекции – 26	зачет	54	ТО – 26	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО		
				семинарские занятия – 26			РФ – 28		ВРФ	РФ	СРФ												
				ПК – 2				ВК									ПК						
2	История и методология биологии и биофизики (часть 2)	10	54	лекции – 26	экзамен	54	ТО – 26	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО	ТО		
				семинарские занятия – 26			РФ – 28		ВРФ	РФ	СРФ												
				ПК – 2			ПК	ВК									ПК						

Условные обозначения: ТО – изучение теоретического курса; РФ – реферат; ВРФ – выдача темы реферата; СРФ – сдача реферата; З – задачи; ВК – входной контроль (тестирование), ПК – промежуточный контроль (тестирование), ИК – итоговый контроль.