

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе

д.т.н. Вострецов А.Г.

г.



**ПРОГРАММА  
кандидатского экзамена по курсу  
«История и философия науки»**

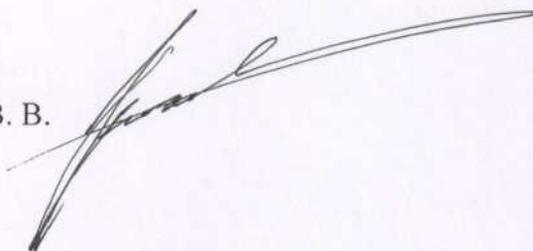
Научные специальности:

- 01.01.06 Математическая логика, алгебра и теория чисел
- 01.02.01 Теоретическая механика
- 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела
- 01.02.05 Механика жидкости, газа и плазмы
- 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
- 01.04.05 Оптика
- 01.04.08 Физика плазмы
- 01.04.10 Физика полупроводников
- 01.04.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника
- 01.04.20 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

Программа составлена на основании Приказа Министерства образования и науки РФ от 8 октября 2007 г. № 274 " Об утверждении программ кандидатских экзаменов"

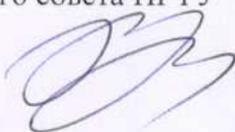
Программа обсуждена на заседании кафедры философии,  
протокол заседания кафедры № 5 от 19.06.2015

Заведующий кафедрой:  
профессор, д.ф.н. Крюков В. В.



Программа утверждена на научно-техническом совете НГТУ,  
протокол № 7 от 21.09.2016

Ученый секретарь научно-технического совета НГТУ  
профессор, д.т.н. Васюков В. Н.



## ПРОГРАММА

### Кандидатского экзамена по курсу «История и философия науки»

#### Введение

*Целью кандидатского экзамена по истории и философии науки является проверка комплексного представления о философии и истории науки через философскую рефлексию над наукой и научным познанием.*

*Задачи кандидатского экзамена по истории и философии науки:*

- 1) оценить представления выпускников о природе научного знания, месте науки в современной культуре, механизмах функционирования науки как социального института, об истории науки как концептуальной истории;
- 2) выявить уровень компетентности в области методологии научного исследования;
- 3) определить готовность аспирантов и соискателей к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в пространстве проблематики эпистемологии науки.

*Аспирант должен продемонстрировать следующие компетенции:*

- 1) способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- 2) способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- 3) способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5).

*Аспирант должен продемонстрировать следующие знания, умения и навыки:*

- 1) *знание:* исторического и философского контекста развития науки, особенностей постнеклассической науки; познавательной и социокультурной сущности достижений в развитии современной науки; основных современных концепций философии науки; характера и основных параметров научной деятельности; структуры современного научного этоса; основных концепций ответственности ученого;
- 2) *понимание:* условий формирования научных проблем, способов их интерпретации и решения; динамики порождения нового знания; сущности и структуры современного научного знания; философской методологии и общенаучных методов как основания исследований в разных областях научного знания; ключевых нравственных проблем взаимодействий науки и общества;
- 3) *умение:* осуществлять сущностную характеристику теоретических и прикладных исследований в историческом и философском контексте; определять цель, предмет и средства научной деятельности; владеть общей схемой оценки современных научных достижений в конкретной области исследования; владеть способами определения критериев научности знания; логически корректно ставить и решать научные и практические проблемы; выделять основные механизмы порождения нового знания; владеть способом комплексной оценки результатов собственной исследовательской деятельности; владеть общей схемой выбора философских и общенаучных методов исследования; выявлять этическую составляющую и социальные последствия деятельности ученого;
- 4) *владение:* приемами ведения научной дискуссии по актуальным историческим и философским проблемам науки; навыками применения понятийно-категориального аппарата философии науки в научном исследовании основами философского обоснования основных этапов научно-познавательной деятельности; навыками самостоятельного философского анализа содержания научных проблем; принципами

системного подхода и генерирования новых идей в научном исследовании; умением анализировать и сравнивать результаты теоретических и эмпирических исследований: философскими методами понимания и интерпретации научных текстов; этическими нормами индивидуальной и коллективной научной деятельности; способами решения нравственных проблем взаимодействия частной науки и общества.

## **Часть I. Основные проблемы философии науки**

### **1. Предмет и основные концепции современной философии науки**

Три аспекта бытия науки: наука как генерация нового знания, как социальный институт, как особая сфера культуры.

Логико-эпистемологический подход к исследованию науки. Позитивистская традиция в философии науки. Расширение поля философской проблематики в постпозитивистской философии науки. Концепции К. Поппера, И. Лакатоса, Т. Куна, П. Фейерабенда, М. Полани.

Социологический и культурологический подходы к исследованию развитию науки. Проблема интернализма и экстернализма в понимании механизмов научной деятельности. Концепции М. Вебера, А. Койре, Р. Мертона, М. Малкея.

### **2. Наука в культуре современной цивилизации**

Традиционалистский и техногенный типы цивилизационного развития и их базисные ценности. Ценность научной рациональности.

Наука и философия. Наука и искусство. Роль науки в современном образовании и формировании личности. Функции науки в жизни общества (наука как мировоззрение, как производительная и социальная сила).

### **3. Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции**

Преднаука и наука в собственном смысле слова. Две стратегии порождения знаний: обобщение практического опыта и конструирование теоретических моделей, обеспечивающих выход за рамки наличных исторически сложившихся форм производства и обыденного опыта.

Культура античного полиса и становление первых форм теоретической науки. Античная логика и математика. Развитие логических норм научного мышления и организаций науки в средневековых университетах. Роль христианской теологии в изменении созерцательной позиции ученого: человек творец с маленькой буквы; манипуляция с природными объектами – алхимия, астрология, магия. Западная и восточная средневековая наука.

Становление опытной науки в новоевропейской культуре. Формирование идеалов математизированного и опытного знания: оксфордская школа, Роджер Бэкон, Уильям Оккам. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы. Г. Галилей, Френсис Бэкон, Р. Декарт. Мировоззренческая роль науки в новоевропейской культуре. Социокультурные предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы.

Формирование науки как профессиональной деятельности. Возникновение дисциплинарно-организованной науки. Технологические применения науки. Формирование технических наук.

Становление социальных и гуманитарных наук. Мировоззренческие основания социально-исторического исследования.

### **4. Структура научного знания**

Научное знание как сложная развивающаяся система. Многообразие типов научного знания. Эмпирический и теоретический уровни, критерии их различения. Особенности эмпирического и теоретического языка науки.

*Структура эмпирического знания.* Эксперимент и наблюдение. Случайные и систематические наблюдения. Применение естественных объектов в функции приборов в систематическом наблюдении. Данные наблюдения как тип эмпирического знания. Эмпирические зависимости и эмпирические факты. Процедуры формирования факта. Проблема теоретической нагруженности факта.

*Структуры теоретического знания.* Первичные теоретические модели и законы. Развитая теория. Теоретические модели как элемент внутренней организации теории. Ограниченность гипотетико-дедуктивной концепции теоретических знаний. Роль конструктивных методов в дедуктивном развертывании теории. Развертывание теории как процесса решения задач. Парадигмальные образцы решения задач в составе теории. Проблемы генезиса образцов. Математизация теоретического знания. Виды интерпретации математического аппарата теории.

*Основания науки.* Структура оснований. Идеалы и нормы исследования и их социокультурная размерность. Система идеалов и норм как схема метода деятельности.

Научная картина мира. Исторические формы научной картины мира. Функции научной картины мира (картина мира как онтология, как форма систематизации знания, как исследовательская программа).

Операциональные основания научной картины мира. Отношение онтологических постулатов науки к мировоззренческим доминантам культуры.

Философские основания науки. Роль философских идей и принципов в обосновании научного знания. Философские идеи как эвристика научного поиска. Философское обоснование как условие включения научных знаний в культуру.

## **5. Динамика науки как процесс порождения нового знания**

Историческая изменчивость механизмов порождения научного знания. Взаимодействие оснований науки и опыта как начальный этап становления новой дисциплины. Проблема классификации. Обратное воздействие эмпирических фактов на основания науки.

Формирование первичных теоретических моделей и законов. Роль аналогий в теоретическом поиске. Процедуры обоснования теоретических знаний. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования. Механизмы развития научных понятий.

Становление развитой научной теории. Классический и неклассический варианты формирования теории. Генезис образцов решения задач.

Проблемные ситуации в науке. Перерастание частных задач в проблемы. Развитие оснований науки под влиянием новых теорий.

Проблема включения новых теоретических представлений в культуру.

## **6. Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности**

Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции как перестройка оснований науки. Проблемы типологии научных революций. Внутридисциплинарные механизмы научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и "парадигмальные прививки" как фактор революционных преобразований в науке. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций. Перестройка оснований науки и изменение смыслов мировоззренческих универсалий культуры. Прогностическая роль философского знания. Философия как генерация категориальных структур, необходимых для освоения новых типов системных объектов.

Научные революции как точки бифуркации в развитии знания. Нелинейность роста знаний. Селективная роль культурных традиций в выборе стратегий научного развития. Проблема потенциально возможных историй науки.

Глобальные революции и типы научной рациональности. Историческая смена типов научной рациональности: классическая, неклассическая, постнеклассическая наука.

## **7. Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научно-технического прогресса**

Главные характеристики современной, постнеклассической науки. Современные процессы дифференциации и интеграции наук. Связь дисциплинарных и проблемно-ориентированных исследований. Освоение саморазвивающихся "синергетических" систем и новые стратегии научного поиска. Роль нелинейной динамики и синергетики в развитии современных представлений об исторически развивающихся системах. Глобальный эволюционизм как синтез эволюционного и системного подходов. Глобальный эволюционизм и современная научная картина мира. Сближение идеалов естественнонаучного и социально-гуманитарного познания. Осмысление связей социальных и внутринаучных ценностей как условие современного развития науки. Включение социальных ценностей в процесс выбора стратегий исследовательской деятельности. Расширение этоса науки. Новые этические проблемы науки в конце XX столетия. Проблема гуманитарного контроля в науке и высоких технологиях. Экологическая и социально-гуманитарная экспертиза научно-технических проектов. Кризис идеала ценностно-нейтрального исследования и проблема идеологизированной науки. Экологическая этика и ее философские основания. Философия русского космизма и учение В.И. Вернадского о биосфере, техносфере и ноосфере. Проблемы экологической этики в современной западной философии (Б. Калликот, О. Леопольд, Р. Аттфильд).

Постнеклассическая наука и изменение мировоззренческих установок техногенной цивилизации. Сциентизм и антисциентизм. Наука и паранаука. Поиск нового типа цивилизационного развития и новые функции науки в культуре. Научная рациональность и проблема диалога культур. Роль науки в преодолении современных глобальных кризисов.

## **8. Наука как социальный институт**

Различные подходы к определению социального института науки. Историческое развитие институциональных форм научной деятельности. Научные сообщества и их исторические типы (республика ученых 17 века; научные сообщества эпохи дисциплинарно организованной науки; формирование междисциплинарных сообществ науки XX столетия). Научные школы. Подготовка научных кадров. Историческое развитие способов трансляции научных знаний (от рукописных изданий до современного компьютера). Компьютеризация науки и ее социальные последствия. Наука и экономика. Наука и власть. Проблема секретности и закрытости научных исследований. Проблема государственного регулирования науки.

### **Рекомендуемая основная литература:**

1. Крянев Ю.В. История и философия науки. М.: ИНФРА-М, 2014.
2. Лешкевич Т.Г. Философия науки: Учебное пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. М.: ИНФРА-М, 2014.
3. История и философия науки: учебник для вузов / под общ. ред. А. С. Мамзина и Е. Ю. Сиверцева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2014.
4. Крюков В.В. Философия: [учебник для технических вузов]. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.
5. Зейналов Г.Г. Философия науки: курс лекций для аспирантов / Г. Г. Зейналов, Е. А. Мартынова. – Сетевой педагогический ун-т, 2014.
6. История и философия науки (аспирантура): электронный учебно-методический комплекс / О. А. Винникова, В. В. Крюков, И. В. Черепанов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2015. – Режим доступа: <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/4946>.

## Дополнительная литература:

1. Гайдено П.П. Эволюция понятия науки (XVII-XVIII вв.). М., 1987 г.
2. Степин В.С. Теоретическое знание. М., 2000 г.
3. Келле В.Ж. Наука как компонент социальной системы. М., 1988 г.
4. Мамчур Е.А. Проблемы социокультурной детерминации научного знания. М., 1987 г.
5. Кезин А.В. Наука в зеркале философии. М., 1990 г.
6. Косарева Л.Н. Социокультурный генезис науки: философский аспект проблемы. М., 1989 г.
7. Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности. Пер. с англ. и француз. М.: Прогресс, 1990 г.
8. Малкей М. Наука и социология знания. М.: Прогресс, 1983 г.
9. Никифоров А.Л. Философия науки: история и методология. М.: Дом интеллектуальной книги, 1998 г.

## Часть II. Философия естественных наук

### 1. Философские проблемы физики

#### 1.1. Место физики в системе наук

Естественные науки и культура. Естествознание и развитие техники. Естествознание и социальная жизнь общества. Физика как фундамент естествознания. Онтологические, эпистемологические и методологические основания фундаментальности физики. Специфика методов физического познания. Связь проблемы фундаментальности физики с оппозицией редукционизм и антиредукционизм. Анализ различных трактовок редукционизма. Физика и синтез естественно-научного и гуманитарного знания. Роль синергетики в этом синтезе.

#### 1.2. Онтологические проблемы физики

Понятие онтологии физического знания. Онтологический статус физической картины мира. Эволюция физической картины мира и изменение онтологии физического знания. Механическая, электромагнитная и современная квантово-релятивистская картины мира как этапы развития физического познания.

Частицы и поля как фундаментальные абстракции современной физической картины мира и проблема их онтологического статуса. Онтологический статус виртуальных частиц. Проблемы классификации фундаментальных частиц. Типы взаимодействий в физике и природа взаимодействий. Стандартная модель фундаментальных частиц и взаимодействий и ее концептуальные трудности. Физический вакуум и поиски новой онтологии. Стратегия поисков фундаментальных объектов и идеи бутстрапа. Теория струн и “теория всего” (ТОЕ) и проблемы их обоснования.

#### 1.3. Проблемы пространства и времени

Проблема пространства и времени в классической механике. Роль коперниканской системы мира в становлении галилей-ньютоновых представлений о пространстве. Понятие инерциальной системы и принцип инерции Галилея. Принцип относительности Галилея, преобразования Галилея и понятие ковариантности законов механики. Понятие абсолютного пространства. Философские и религиозные предпосылки концепции абсолютного пространства и проблема ее онтологического статуса. Теоретические, экспериментальные

и методологические предпосылки изменения галилей-ньютоновских представлений о пространстве и времени в связи с переходом от механической к электромагнитной картине мира.

Специальная и общая теории относительности (СТО и ОТО) А.Эйнштейна как современные концепции пространства и времени. Субстанциальная и реляционная концепции пространства и времени. Статус реляционной концепции пространства и времени в СТО. Понятие о едином пространственно-временном континууме Г. Минковского. Релятивистские эффекты сокращения длин, замедления времени и зависимости массы от скорости в инерциальных системах отсчета. Анализ роли наблюдателя в релятивистской физике.

Теоретические, методологические и эстетические предпосылки возникновения ОТО. Роль принципа эквивалентности инерционной и гравитационной масс в ОТО. Статус субстанциальной и реляционной концепций пространства-времени в ОТО. Проблема взаимоотношения пространственно-временного континуума и гравитационного поля. Пространство-время и вакуум.

Концепция геометризации физики на современном этапе. Понятие калибровочных полей. Интерпретация взаимодействий в рамках теории калибровочных полей. Топологические свойства пространства-времени и фундаментальные физические взаимодействия.

#### *1.4. Проблемы детерминизма*

Концепция детерминизма и ее роль в физическом познании. Детерминизм и причинность. Дискуссии в философии науки по поводу характера причинных связей. Критика Д.Юмом принципа причинности как порождающей связи. Причинность и закон. Противопоставление причинности и закона в работах О.Конта. Критика концепции Конта в работах Б.Рассела, Р.Карнапа, К.Поппера. Идея существования двух уровней причинных связей: наглядная и теоретическая причинность.

Причинность и целесообразность. Телеология и телеономизм. Причинное и функциональное объяснение. Вклад дарвинизма и кибернетики в демистификацию понятия цели. Понятие цели в синергетике.

Понятие “светового конуса” и релятивистская причинность. Проблемы детерминизма в классической физике. Концепция однозначного (жесткого) детерминизма. Статистические закономерности и вероятностные распределения в классической физике. Вероятностный характер закономерностей микромира. Статус вероятности в классической и квантовой физике. Концепция вероятностной причинности. Попперовская концепция предрасположенностей и дилемма детерминизм-индетерминизм. Дискуссии по проблемам скрытых параметров и полноты квантовой механики. Философский смысл концепции дополнительности Н.Бора и принципа неопределенности В.Гейзенберга.

Изменение представлений о характере физических законов в связи с концепцией “Большого взрыва” в космологии и с формированием синергетики. Причинность в открытых неравновесных динамических системах.

#### *1.5. Познание сложных систем и физика*

Системные идеи в физике. Представление о физических объектах как системах. Три типа систем: простые механические системы; системы с обратной связью; системы с саморазвитием (самоорганизующиеся системы).

Противоречие между классической термодинамикой и эволюционной биологией и концепция самоорганизации. Термодинамика открытых неравновесных систем И.Пригожина. Статус понятия времени в механических системах и системах с саморазвитием. Необратимость законов природы и “стрела времени”. Синергетика как один из ис-

точников эволюционных идей в физике. Детерминированный хаос и эволюционные проблемы.

### *1.6. Проблема объективности в современной физике*

Квантовая механика и постмодернистское отрицание истины в науке. Неоднозначность термина "объективность" знания: объективность как "объектность" описания (описание реальности без отсылки к наблюдателю); и объективность в смысле адекватности теоретического описания действительности.

Проблематичность достижения "объектности" описания и реализуемость получения знания, адекватного действительности.

Трудности достижения объективно истинного знания. "Недоопределенность" теории эмпирическими данными и внеэмпирические критерии оценки теорий. "Теоретическая нагруженность" экспериментальных данных и теоретически нейтральный язык наблюдения.

Роль социальных факторов в достижении истинного знания. Критическая традиция в научном сообществе и условие достижения объективно истинного знания (К.Поппер).

### *1.7. Физика, математика и компьютерные науки*

Роль математики в развитии физики. Математика как язык физики. Математические методы и формирование научного знания. Три этапа математизации знания: феноменологический, модельный, фундаментально-теоретический. "Козэволюция" вычислительных средств и научных методов.

Понятие информации: генезис и современные подходы. Материя, энергия, информация как фундаментальные категории современной науки. Проблема включаемости понятия информации в физическую картину мира. Связь информации с понятием энтропии. Проблема описания информационно открытых систем. Квантовые корреляции и информация.

Р.Фейнман о возможности моделирования физики на компьютерах. Ограничения на моделирование квантовых систем с помощью классического компьютера. Понятие квантового компьютера. Вычислительные машины и принцип Черча-Тьюринга. Квантовая теория сложности. Связи между принципом Черча-Тьюринга и разделами физики.

## **2. Философские проблемы астрономии и космологии**

### *2.1. Научный статус астрономии и космологии, их место в культуре*

Является ли астрономия особой научной дисциплиной, или "прикладным" разделом физики? Космология - раздел астрономии или самостоятельная наука? Понятия "наблюдаемая Вселенная", "Вселенная как целое", "мини-Вселенные" и "Метавселенная". Астрофизика, космология и физика элементарных частиц.

### *2.2. Основания научного метода в астрономии и космологии*

Современная революция в средствах и методах эмпирического исследования Вселенной. Новая эпоха великих астрономических открытий. Становление неклассических и постнеклассических оснований изучения Вселенной. Идеалы и нормы описания и объяснения явлений, построения теорий, строения и обоснования знания в астрономии и космологии. Эвристическая роль научной картины мира.

Наблюдение, квазиэкспериментальная деятельность и экстраполяция, как способы изучения настоящего, прошлого и будущего Вселенной. Принцип единообразия Вселенной. Основания сравнительно-исторического метода изучения эволюционных процессов во Вселенной.

Метод моделей в астрономии и космологии, его основания и эвристические возможности. Основания применения статистических методов в различных разделах астрономии. Эпистемологические аспекты компьютерного моделирования структуры и эволюции космических объектов.

### *2.3. Проблема объективности знания в астрономии и космологии*

Специфика эмпирического и теоретического знания о Вселенной; проблема "теоретической нагруженности" фактов; эвристическая роль эмпирических зависимостей (диаграмма Герцшпрунга - Рессела, пропорциональность красного смещения в спектре - расстоянию до галактики и др.). Современная система теоретических знаний о Вселенной и реальность. Парадокс "скрытой массы" и проблема обоснованности системы знаний о Вселенной.

### *2.4. Эволюционная проблема в астрономии и космологии*

Нестационарность - важная черта эволюционных процессов во Вселенной. Понятие эволюции в астрофизике. Основания и концептуальная структура современных астрофизических теорий. Парадоксы черных дыр.

Основания и концептуальная структура современных космологических теорий: теории расширяющейся Вселенной А.А. Фридмана, теории горячей Вселенной Г.А. Гамова, инфляционной космологии, других космологических теорий. Реликтовое излучение и проблема выбора космологической теории. Релятивистские космологические модели - схематическое описание некоторых черт Метагалактики. Генезис Вселенной в вакуумной картине мира: физические и философские аспекты. Специфика идеалов и норм доказательности знаний в космологии.

Понятия пространства и времени, эволюции и стационарности, конечного и бесконечного, причинности и спонтанности в космологических теориях. "Большой взрыв" и понятие начального момента времени в релятивистской космологии. Понятие квантовой флуктуации вакуума в инфляционной космологии.

Термодинамический парадокс в космологии. Самоорганизующаяся Вселенная. Мировоззренческие дискуссии вокруг эволюционных проблем в современной космологии.

### *2.5. Человек и Вселенная*

Научное и мировоззренческое значение коперниканской революции в астрономии. Проблема эквивалентности систем Птолемея и Коперника с точки зрения общей теории относительности: физический и философский аспекты.

Вселенная как "экологическая ниша" человечества. Универсальный эволюционизм и проблема происхождения сознания. Человек, его жизнь и смерть в контексте универсального эволюционизма. Роль космических факторов в биологических и социальных процессах.

Философские аспекты проблемы жизни и разума во Вселенной. Проблема SETI (поиск внеземных цивилизаций) как междисциплинарное направление научного поиска. Эпистемологические основания обмена смысловой информацией между космическими цивилизациями. Мировоззренческое значение возможных контактов.

Антропный принцип (слабый, сильный, участия, финалистский) и принцип целесообразности в космологии. Понятия наблюдателя и участника в АП. Антропный принцип и

телеологическая проблема. АП и проблема множественности вселенных. Идея спонтанного генезиса Вселенной в процессе самоорганизации, как одна из возможных интерпретаций АП. Мировоззренческие дискуссии вокруг АП.

Космос и глобальные проблемы техногенной цивилизации. Астрономия и перспективы космического будущего человечества. Космизм и антикосмизм: современные дискуссии.

### ***3. Философские проблемы химии***

#### *3.1. Специфика философии химии*

Историческое осмысление науки как существенный компонент философских вопросов химии. Тесное взаимодействие химии с физикой, биологией, геологией и экологией. “Мостиковые” концептуальные построения химии, соединяющее эти науки. Непосредственная связь химии с технологией и промышленностью.

Концептуальные системы химии как относительно самостоятельные системы химических понятий и как ступени исторического развития химии.

Эволюция концептуальных систем.

#### *3.2. Учение об элементах*

Учение об элементах как исторически первый тип концептуальных систем, явившийся теоретической основой объяснения свойств и отличительных признаков веществ. Античный этап учения об элементах. Р.Бойль и научное понятие элемента. Ранние формы учения об элементах - теория флогистона, ятрохимия, пневмохимия и кислородная теория Лавуазье. Периодическая система Менделеева как завершающий этап развития учения об элементах.

#### *3.3. Структурная химия*

Структурная химия как теоретическое объяснение *динамической* характеристики вещества - его реакционной способности. Возникновение структурных теорий в процессе развития органической химии (изучение изомеров и полимеров в работах Кольбе, Кеккуле, Купера, Бутлерова). Атомно-молекулярное учение как теоретическая основа структурных теорий.

#### *3.4. Кинетические теории*

Кинетические теории как теории химического процесса, поставившие на повестку дня исследование организации химических систем (их механизм, кинетические факторы, “кибернетику”). Химическая кинетика и проблема поведения химических систем. Концепция самоорганизации и синергетика как основа объяснения поведения химических систем.

Тенденция физикализации химии. Три этапа физикализации: 1) проникновение физических идей в химию, 2) построение физических и физико-химических теорий; 3) редукция фундаментальных разделов химии к физике. Редукция теории химической связи к квантовой механике. Редукция и редукционизм в химии. Редукционизм и единство знания. Гносеологический, прагматический и онтологический редукционизм.

Приближенные методы в химии. Проблема смысла и значения приближенных методов как одна из центральных для философии химии.

#### **4. Философские проблемы математики**

##### *4.1. Образ математики как науки: философский аспект. Проблемы, предмет, метод и функции философии и методологии математики*

Математика и естествознание. Математика как язык науки. Математика как система моделей. Математика и техника. Различие взглядов на математику философов и ученых (И.Кант, О.Конт, А.Пуанкаре, А.Эйнштейн, Н.Н.Лузин).

Математика как феномен человеческой культуры. Математика и философия. Математика и религия. Математика и искусство.

Взгляды на предмет математики. Синтаксический, семантический и прагматический аспекты в истолковании предмета математики. Особенности образования и функционирования математических абстракций. Отношение математики к действительности. Абстракции и идеальные объекты в математике.

Нормы и идеалы математической деятельности. Специфика методов математики. Доказательство – фундаментальная характеристика математического познания. Понятие аксиоматического построения теории. Основные типы аксиоматик (содержательная, полужормальная и формальная). Логика как метод математики и как математическая теория. Современные представления о соотношении индукции и дедукции в математике. Аналогия как общий метод развития математической теории. Обобщение и абстрагирование как методы развития математической теории. Место интуиции и воображения в математике. Современные представления о психологии и логике математического открытия Мысленный эксперимент в математике. Доказательство с помощью компьютера.

Структура математического знания. Основные математические дисциплины. Историческое развитие логической структуры математики. Аксиоматический метод и классификация математического знания. Групповая классификация геометрических теорий (программа Ф.Клейна). Структурное и функциональное единство математики.

Философия математики, ее возникновение и этапы эволюции. Основные проблемы философии и методологии математики: установление сущности математики, ее предмета и методов, места математики в науке и в культуре. Фундаменталистская и нефундаменталистская (социокультурная) философия математики. Философия математики как раздел философии и как общая методология математики.

Разделение истории математики и философии математики: соотношение фактической и логической истории, классификации фактов и их анализа.

Методология математики, ее возникновение и эволюция. Методы методологии математики (рефлексивный, проективный, нормативный). Внутренние и внешние функции методологии математики, ее прогностические ориентации.

##### *4.2. Закономерности развития математики*

Внутренние и внешние факторы развития математической теории. Апология «чистой» математики (Г.Харди). Б.Гессен о социальных корнях механики Ньютона. Национальные математические школы и особенности национальных математических традиций (Л.Бибербах). Математика как совокупность «культурных элементов» (Р.Уайлдер). Концепция Ф.Китчера: эволюция математики как переход от исходной (примитивной) математической практики к последующим. Эстафеты в математике (М.Розов). Влияние потребностей и запросов других наук, техники на развитие математики.

Концепция научных революций Т.Куна и проблемы ее применения к анализу развития математики. Характеристики преемственности математического знания. Д.Даубен, Е.Коппельман, М.Кроу, Р.Уайлдер о специфике революций в математике. Математические парадигмы и их отличие от естественнонаучных парадигм. Классификация революций в математике.

Фальсификационизм К.Поппера и концепция научных исследовательских программ И.Лакатоса. Возможности применения концепции научных исследовательских программ к изучению развития математики. Проблема существования потенциальных фальсификаторов в математике.

#### *4.3. Философские концепции математики*

Пифагореизм как первая философия математики. Число как причина вещей, как основа вещей и как способ их понимания. Числовой мистицизм. Влияние на пифагорейскую идеологию открытия несоизмеримых величин и парадоксов Зенона. Пифагореизм в сочинениях Платона. Критика пифагореизма Аристотелем.

Эмпирическая концепция математических понятий у Аристотеля. Первичность вещей перед числами. Объяснение строгости математического мышления. Обоснование эмпирического взгляда на математику у Бекона и Ньютона. Математический эмпиризм XVII-XIX вв. Эмпиризм в философии математики XIX столетия (Дж.Ст.Милль, Г.Гельмгольц, М.Паш). Современные концепции эмпиризма: натурализм Н.Гудмена, эмпирицизм И.Лакатоса, натурализм Ф.Китчера. Недостатки эмпирического обоснования математики.

Философские предпосылки априоризма. Установки априоризма. Умозрительный характер математических истин. Априоризм Лейбница. Обоснование аналитичности математики у Лейбница. Понимание математики как априорного синтетического знания у Канта. Неевклидовы геометрии и философия математики Канта. Гуссерлевский вариант априоризма. Проблемы феноменологического обоснования математики.

Истоки формалистского понимания математического существования. Идеи Г.Кантора о соотношении имманентной и транзитивной истины. Формалистское понимание существования (А.Пуанкаре и Д.Гильберт).

Современные концепции математики. Эмпирическая философия математики. Критика евклидианской установки и идеи абсолютного обоснования математики в работах И.Лакатоса. Априористские идеи в современной философии и методологии математики. Программа Н.Бурбаки и концепция математического структурализма. Математический платонизм. Реализм как тезис об онтологической основе математики. Радикальный реализм К.Геделя. Реализм и проблема неиндуктивистского обоснования теории множеств. Физикализм. Социологические и социокультурные концепции природы математики.

#### *4.4. Философия и проблема обоснования математики*

Проблема обоснования математического знания на различных стадиях его развития. Геометрическое обоснование алгебры в античности. Проблема обоснования математического анализа в XVIII веке. Поиски единой основы математики в рамках аксиоматического метода. Открытие парадоксов и становление современной проблемы обоснования математики.

Логицистская установка Г.Фреге. Критика психологизма и кантовского интуиционизма в понимании числа. Трудности концепции Г.Фреге. Представление математики на основе теории типов и логики отношений (Б.Рассел и А.Уайтхед). Результаты К.Геделя и А.Тарского. Методологические изъясны и основные достижения логицистского анализа математики.

Идеи Л.Брауэра по логицистскому обоснованию математики. Праинтуиция как исходная база математического мышления. Проблема существования. Учение Л.Брауэра о конструкции как о единственно законном способе оправдания математического существования. Брауэровская критика закона исключенного третьего. Недостаточность интуиционизма как программы обоснования математики. Следствия интуиционизма для современной математики и методологии математики.

Гильбертовская схема абсолютного обоснования математических теорий на основе финитной и содержательной метатеории. Понятие финитизма. Выход за пределы финитизма в теоретико-множественных и семантических доказательствах непротиворечивости арифметики. (Г.Генцен, П.Новиков, Н.Нагорный). Теоремы К.Геделя и программа Гильберта: современные дискуссии.

#### *4.5. Философско-методологические и исторические проблемы математизации науки*

Прикладная математика. Логика и особенности приложений математики. Математика как язык науки. Уровни математизации знания: количественная обработка экспериментальных данных, построение математических моделей индивидуальных явлений и процессов, создание математизированных теорий.

Специфика приложения математики в различных областях знания. Новые возможности применения математики, предлагаемые теорией категорий, теорией катастроф, теорией фракталов, и др. Проблема поиска адекватного математического аппарата для создания новых приложений.

Математическая гипотеза как метод развития физического знания. Математическое предвосхищение. «Непостижимая эффективность» математики в физике: проблема рационального объяснения. Этапы математизации в физике. Неклассическая фаза (теория относительности, квантовая механика. Проблема единственности физической теории, связанная с богатыми возможностями выбора подходящих математических конструкций. Постклассическая фаза (аксиоматические и конструктивные теории поля и др. Перспективы математизации нефизических областей естествознания. Границы, трудности и перспективы математизации гуманитарного знания. Вычислительное, концептуальное и метафорическое применения математики. Границы применимости вероятностно-статистических методов в научном познании. «Моральные применения» теории вероятностей – иллюзии и реальность.

Математическое моделирование: предпосылки, этапы построения модели, выбор критериев адекватности, проблема интерпретации. Сравнительный анализ математического моделирования в различных областях знания. Математическое моделирование в экологии: историко-методологический анализ. Применение математики в финансовой сфере: история, результаты и перспективы. Математические методы и модели и их применение в процессе принятия решений при управлении сложными социально-экономическими системами: возможности, перспективы и ограничения. ЭВМ и математическое моделирование. Математический эксперимент.

#### **Рекомендуемая основная литература:**

1. Горюнов В.П. История и философия науки. Философия техники и технических наук / В. П. Горюнов. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. гос. политехн. ун-т Петра Великого, 2011.
2. Лешкевич Т.Г. Философия науки: Учебное пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. М.: ИНФРА-М, 2014.
3. Философия социальных и гуманитарных наук: Книга для чтения по программе кандидатского минимума «История и философия науки» / Редактор-составитель: доктор философских наук, профессор Мартынович С.Ф. Саратов: Издательский центр “Наука”, 2009.
4. Крюков В.В. Философия: [учебник для технических вузов]. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.
5. Крянев Ю.В. История и философия науки. М.: ИНФРА-М, 2014.

### Дополнительная литература:

1. Дэвис Пол. Суперсила. 1989.
2. Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск., 1999 Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная. М., 2001
3. Поппер К. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук, М., 2000
4. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. М., 1994
5. Причинность и телеономизм в современной естественно-научной парадигме. М., 2002
6. Степин В.С. Теоретическое знание. Структура, историческая эволюция. М., 2000
7. Физика в системе культуры. М., 1996
8. Философия физики элементарных частиц. М., 1995
9. Формирование современной естественно-научной парадигмы. М., 2001
10. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М., 2001
11. Сачков Ю.В. Вероятностная революция в науке. М., 1999
12. 100 лет квантовой теории. История. Физика. Философия. М., 2002
13. Поппер К. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук, М., 2000
14. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М., 1987.
15. Астрономия и современная картина мира. М., 1996
16. Гинзбург В.Л. О науке, о себе и о других. М., 2001
17. Латыпов Н.Н., Бейлин В.А., Верешков Г.М. Вакуум, элементарные частицы и Вселенная. М., 2001
18. Физика в системе культуры. М., 1996.
19. Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр. М., 1990.
20. Кембелл Дж.А. Почему происходят химические реакции. М., 1967
21. Печенкин А.А. Взаимодействие физики и химии (философский анализ). М., 1986
22. Кузнецов В.И., Печенкин А.А. Концептуальные системы химии: структурные и кинетические теории// Вопросы философии, 1971 г., № 1
23. Беляев Е.А., Перминов В.Я. Философские и методологические проблемы математики. – М.: Изд-во МГУ, 1981.
24. Бесконечность в математике: философские и методологические аспекты./ Под ред. А.Г. Барабашева. – М.: Янус-К, 1997.
25. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Н.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. – Киев: Наукова думка, 1976.
26. Закономерности развития современной математики. Методологические аспекты / Отв ред. М.И. Панов. – М.: Наука, 1987.
27. Клайн М. Математика. Утрата определенности. – М.: Мир, 1984.
28. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1990.
29. Стили в математике. Социокультурная философия математики / Под ред. А.Г. Барабашева. – СПб: РХГИ, 1999.
30. Перминов В.Я. Философия и основания математики. М., «Прогресс – Традиция» 2002.
31. Математика и опыт. Под ред. Барабашева А.Г. М., МГУ 2002.

## Часть III. История естественных наук

### 1. История физики

#### 1.1. Доклассическая физика

*1.1.1. Физические знания в Античности. От натурфилософии к статике Архимеда и геоцентрической системе Птолемея.*

Эволюция представлений о природе и её первоначалах у досократиков. Античные атомисты (Левкипп, Демокрит, Эпикур, Лукреций Кар). Пифагор и Платон — провозвестники математического естествознания. Физика и космология Аристотеля. Евклид и его «Начала». Архимед и Герон Александрийский: законы рычага и гидростатики, пять простых машин. Проблема измерения времени. Оптика Евклида, Архимеда, Герона Александрийского и Птолемея. Геоцентрическая система мира Птолемея.

*1.1.2. Физика Средних веков (XI–XIV вв.).*

Упадок европейской науки. Освоение античного знания арабской наукой: статика и учение об удельных весах (аль-Бируни, аль-Хазини и др.), оптика (Альхазен и др.), строение вещества (Аверроэс). Влияние арабов на возрождающуюся европейскую науку XI–XIII вв.

Возникновение университетов. Статистика в сочинениях Иордана Неморария. Кинематические исследования У. Гейтсбери и Т. Брэдвардина (понятие скорости неравномерного движения), а также У. Оккама и Ж. Буридана (концепция импетуса и проблема относительности движения). Учение о свете (Р. Гроссетест, Р. Бэкон, Э. Вителлий).

*1.1.3. Физика в эпоху Возрождения и коперниканская революция в астрономии (XV–XVI вв.).*

Возрождение культурных ценностей античности. Феномен гуманизма и его связь с познанием природы. Сближение инженерного дела и естественных наук.

Физические открытия, механика и изобретения Леонардо да Винчи (законы трения, явления капиллярности, фотометрия и геометрическая оптика и т. д.). Статика и гидростатика С. Стевина. Н. Тарталья, Дж. Бенедетти и др. — предшественники галилеевского учения о движении. Создание Н. Коперником гелиоцентрической системы мира — важная предпосылка научной революции XVII в.

#### 1.2. Научная революция XVII в. и её вершина — классическая механика Ньютона

*1.2.1. Подготовительный, предньютоновский период.*

Кеплеровские законы движения планет. Механика Г. Галилея. Метод мысленного эксперимента. Закон падения тел, принципы инерции и относительности, параболическая траектория движения снаряда. Галилей — наблюдатель и экспериментатор. Процесс Галилея. Методология науки в сочинениях Ф. Бэкона и Р. Декарта. Картезианская картина мира и вклад Декарта в физику. Академии — основная форма институционализации науки.

Механика Х. Гюйгенса. Динамика равномерного кругового движения, формула центробежной силы. Маятниковые часы. Законы сохранения. Теория физического маятника. Теория упругого удара.

Основные достижения физики XVII в. Исследования У. Гильберта в области электричества и магнетизма. Геометрическая оптика Кеплера, В. Снеллиуса и Декарта; принцип П. Ферма. Конечность скорости света (О. Рёмер). Наблюдения дифракции света (Ф. Гримальди, Р. Гук). Учение о пустоте, пневматика, учение о газах и теплоте (О. Герике, Э. Торричелли, Б. Паскаль, Р. Бойль и др.).

*1.2.2. Создание Ньютоном основ классической механики.*

«Математические начала натуральной философии» Ньютона. Путь Ньютона к созданию «Начал». Структура «Начал». Представление о пространстве и времени (абсолют-

ные пространство и время, симметрии пространства и времени, принцип относительности). Три основных закона ньютоновской механики. Закон всемирного тяготения и небесная механика. Вывод законов Кеплера. Место законов сохранения в системе Ньютона. Ньютоновская космология. Геометрические и дифференциально-аналитические формулировки законов механики. Вклад Г. Лейбница в механику. Оптика Ньютона.

*1.2.3. Триумф ньютонианства и накопление физических знаний в век Просвещения — XVIII в.*

Восприятие механики Ньютона в континентальной Европе. Аналитическое развитие механики: от Л. Эйлера и Ж. Даламбера до Ж. Л. Лагранжа и У. Р. Гамильтона. Создание основ гидродинамики (Л. Эйлер, Д. Бернулли, Даламбер). Успехи небесной механики, особенно в трудах П. С. Лапласа. Предвосхищение идеи “чёрных дыр” Дж. Мичелом и Лапласом, а также эффекта отклонения луча света, проходящего около массивного тела (И. Г. фон Зольднер). Классико-механическая картина мира (программа “молекулярной механики” Лапласа).

Исследование электричества и магнетизма — на пути к количественному эксперименту (Г. Рихман, Г. Кавендиш, О. Кулон). Флюидные и эфирные представления об электричестве Б. Франклина, Ф. Эпинуса, М. В. Ломоносова и Л. Эйлера. “Гальванизм” и явление электрического тока (Л. Гальвани, А. Вольта, В. В. Петров).

Развитие основных понятий учения о теплоте; представление о теплороде и кинетической природе теплоты (М. В. Ломоносов, Дж. Блэк, А. Лавуазье). Корпускулярная оптика: от Ньютона до Лапласа. Элементы волновых представлений о свете (Эйлер).

### *1.3. Классическая наука (XIX в.)*

*1.3.1. Начало формирования классической физики на основе точного эксперимента, феноменологического подхода и математического анализа (1800–1820-е гг.).*

Парижская политехническая школа – детище Великой французской революции и лидер математико-аналитического подхода к физике. Волновая теория света О. Френеля (её развитие в работах О. Коши). Электродинамика (от Х. Эрстеда к А. М. Амперу). Теория теплопроводности Ж. Фурье. Теория тепловых машин С. Карно. Ключевая концепция Фурье — физика как теория дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка. Освоение французского опыта в Германии (Г. С. Ом, Фр. Нейман и др.), Британии (Дж. Грин, У. Томсон и др.), России (Н. И. Лобачевский, М. В. Остроградский и др.). Формирование физики как научной дисциплины в России (от Э. Х. Ленца до А. Г. Столетова).

*1.3.2. Единая полевая теория электричества, магнетизма и света: от М. Фарадея к Дж. К. Максвеллу (1830–1860-е гг.).*

Накопление знаний об электричестве и магнетизме в 1820–1830-е гг. (Дж. Генри, М. Фарадей, Э. Х. Ленц, Б. С. Якоби и др.).

Фарадеевская программа синтеза физических взаимодействий на основе концепции близкодействия. Открытие Фарадеем электромагнитной индукции. Силовые линии и идея поля у Фарадея. Электродинамика дальнего действия и её конкуренция с программой близкодействия (В. Вебер, Ф. Нейман, Г. Гельмгольц и др.). Генезис теории электромагнитного поля Максвелла. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны и электромагнитная теория света. Представление о локализации и потоке энергии электромагнитного поля (Н. А. Умов, Дж. Пойнтинг и др.). опыты Г. Герца с электромагнитными волнами и другие экспериментальные подтверждения теории (в частности, обнаружение П. Н. Лебедевым светового давления). Симметричная формулировка уравнений Максвелла Г. Герцем и О. Хевисайдом. Изобретение радио (А. С. Попов, Г. Маркони).

*1.3.3. Физика тепловых явлений. Закон сохранения энергии и основы термодинамики (1840–1860-е гг.).*

Открытие закона сохранения энергии как соотношения энергетической эквивалентности всех видов движения и взаимодействия (Дж. П. Джоуль, Г. Гельмгольц и Р. Майер, 1840-е гг.). Введение У. Томсоном абсолютной шкалы температуры. Соединение идей С. Карно с концепцией сохранения энергии — рождение термодинамики в работах Р. Клаузиуса, У. Томсона и У. Ранкина (1850-е гг.). Второе начало термодинамики для обратимых и необратимых процессов, понятие энтропии и проблема “тепловой смерти” Вселенной. Последующее развитие термодинамики: химическая термодинамика Дж. У. Гиббса, третье начало термодинамики В. Нернста и элементы термодинамики неравновесных процессов.

*1.3.4. Физика тепловых явлений. Кинетическая теория газов и статистическая механика (1850–1900-е гг.).*

Кинетическая теория газов Клаузиуса и Максвелла (и их предшественники). Создание основ статистической механики: распределение Максвелла – Больцмана, от попытки механического обоснования 2-го начала термодинамики к его статистическому обоснованию Больцманом. Кинетическое уравнение Больцмана. Развитие статистической механики Гиббсом. Теория Броуновского движения и доказательство реальности существования атомов (А. Эйнштейн, М. Смолуховский, Ж. Перрен). Эргодическая гипотеза и её развитие в XX в. Статистическая физика.

#### *1.4. Научная революция в физике в первой трети XX в. и её вершина – квантово-релятивистские теории*

*1.4.1. Экспериментальный прорыв в микромир; кризис классической физики; электромагнитно-полевая картина мира.*

Лавина экспериментальных открытий: рентгеновские лучи, радиоактивность, электрон, эффект Зеемана (В. К. Рентген, А. Беккерель, Дж. Томсон, М. Складовская-Кюри, П. Кюри, Э. Резерфорд и др.). Кризис классической физики: проблемы эфирного ветра (А. Майкельсон, Х. А. Лоренц, Дж. Фитцджеральд и др.), распределения энергии в спектре чёрного тела (В. Вин, О. Люммер, Э. Принсгейм, Г. Рубенс, Ф. Курлбаум, М. Планк), статистического обоснования 2-го начала термодинамики (Больцман, Гиббс и др.); критика классико-механической картины мира (Э. Мах, П. Дюгем, А. Пуанкаре). Электронная теория Х. А. Лоренца и электромагнитно-полевая картина мира.

*1.4.2. Квантовая теория излучения М. Планка. Световые кванты А. Эйнштейна (1900-е гг.).*

Предыстория: понятие абсолютно чёрного тела, законы теплового излучения (Г. Кирхгоф, Й. Стефан, Л. Больцман). Проблема распределения энергии в спектре излучения абсолютно чёрного тела и её светотехнические истоки. Первые попытки решения проблемы: формулы В. А. Михельсона, В. Вина, Дж. Релея, М. Планка. Квантовая гипотеза Планка; постоянная Планка; планковский закон излучения. Световые кванты Эйнштейна и квантовая теория фотоэффекта. Открытия Эйнштейном корпускулярно-волнового дуализма для света. Введение понятия индуцированного излучения и вывод на его основе формулы Планка (Эйнштейн): важное значение этого понятия для квантовой электроники.

*1.4.3. Специальная теория относительности (1900-е гг.).*

Сокращение Фитцджеральда – Лоренца и преобразования Лоренца, А. Пуанкаре и Эйнштейна (1904–1906 гг.) — создание фундамента специальной теории относительности. Завершение теории Эйнштейна: аксиоматика теории, операционально-измерительная и релятивистская трактовка теории, отказ от эфира. Экспериментальное подтверждение теории относительности. Четырёхмерная формулировка теории Г. Минковским. Релятивистская перестройка классической физики. Возникновение на основе теории относительности теоретико-инвариантного подхода.

*1.4.4. Общая теория относительности. Релятивистская космология. Проекты геометрического полевого синтеза физики (1910–1920-е гг.).*

Положение в теории тяготения на рубеже XIX и XX вв. Принцип эквивалентности Эйнштейна, основанный на релятивистском истолковании равенства инертной и гравитационной масс.

Тензорно-геометрическая концепция гравитации. Открытие общековариантных уравнений гравитационного поля — завершение основ теории. Возникновение релятивистской космологии: от А. Эйнштейна до А. А. Фридмана. Последующее развитие теории (гравитационные волны, закон сохранения энергии-импульса и теоремы Э. Нетер и др.) и её экспериментальное подтверждение (А. Эддингтон и др.).

Проекты единых теорий поля, основанные на идее геометризации физических взаимодействий, и их неудачи (теории Г. Вейля, Т. Калуцы, А. Эйнштейна). Эвристическое значение единых теорий поля.

#### *1.4.5. Квантовая теория атома водорода Н. Бора и её обобщение (1910–1920-е гг.).*

Сериальные спектры и ранние модели структуры атомов. Открытие Э. Резерфордом ядерного строения атомов. Квантовая теория атома водорода Бора. Принцип соответствия Бора. Квантовые условия Бора – А. Зоммерфельда. Объяснение оптических и рентгеновских спектров атомов. Попытки объяснения периодической системы элементов. Принцип запрета В. Паули и спин электрона. Трудности теории. Квантовая теория дисперсии и гипотеза Н. Бора, Х. Крамерса и Дж. Слэтера о статистическом характере закона сохранения энергии и импульса.

#### *1.4.6. Квантовая механика (1925–1930-е гг.).*

Квантовая механика в матричной форме (В. Гейзенберг, М. Борн, П. Иордан). Волны вещества Л. де Бройля и волновая механика Э. Шредингера. Экспериментальное подтверждение волновой природы микрочастиц (К. Дэвиссон, А. Джермер, Дж. П. Томсон). Развитие операторной формулировки квантовой механики (П. Дирак и др.) и доказательство эквивалентности её различных форм. Вероятностная интерпретация квантовой механики (М. Борн). Принципы неопределённости (Гейзенберг) и дополнительности (Бор) – основа физической интерпретации квантовой механики. Проблема причинности в квантовой механике и дискуссии между Бором и Эйнштейном. Квантовые статистики, симметрия и спин. Важнейшие приложения квантовой механики (в частности, работы советских учёных Я. И. Френкеля, В. А. Фока, Л. И. Мандельштама, И. Е. Тамма, Г. А. Гамова, Л. Д. Ландау). Открытие комбинационного рассеяния света (Ч. Раман, Л. И. Мандельштам, Г. С. Ландсберг). Основные центры и научные школы отечественной физики в 1920–1940-е гг. (школы А. Ф. Иоффе, Д. С. Рождественского, Л. И. Мандельштама, С. И. Вавилова, Л. Д. Ландау и др.).

*1.4.7. Квантовая электродинамика, релятивистская квантовая теория электрона и квантовая теория поля (1927–1940-е гг.).*

Проблема квантования электромагнитного поля до создания квантовой механики (П. Эренфест, П. Дебай, А. Эйнштейн). Квантовая теория излучения П. Дирака. Релятивистские волновые уравнения (Э. Шредингер, О. Клейн, В. А. Фок, В. Гордон).

Уравнение Дирака для электрона, включающее теорию спина. Дираковские теории “дырок” и открытие позитрона. Общая схема построения квантовой теории поля по В. Гейзенбергу и В. Паули. Соотношение неопределённостей в квантовой электродинамике. Проблема расходимостей и её решение в конце 40-х гг. (Р. Фейнман и др.). Экспериментальное подтверждение квантовой электродинамики.

*1.4.8. Физика атомного ядра и элементарных частиц (от нейтрона до мезонов). Космические лучи и ускорители заряженных частиц (1930–1940-е гг.).*

1932 г. — решающий год в развитии физики ядра и элементарных частиц (открытие Дж. Чедвиком нейтрона, гипотеза Д. Д. Иваненко и В. Гейзенберга о протонно-нейтронном строении ядра, первые ядерные реакции с искусственно ускоренными протонами и др.). Эффект Вавилова — Черенкова, его объяснение и последующее применение в ядерной физике (П. А. Черенков, И. Е. Тамм, И. М. Франк — первая отечественная Нобелевская премия по физике). Космические лучи. Первые ускорители заряженных частиц.

Первые теории ядерных сил (И. Е. Тамм, В. Гейзенберг, Х. Юкава). Открытие сильных и слабых взаимодействий элементарных частиц. Ядерные модели. Искусственная радиоактивность. Воздействие нейтронов на ядра (Э. Ферми, И. В. Курчатов и др.). Открытие ядерного деления (О. Ган и Ф. Штрассман, Л. Мейтнер и О. Фриш), теория деления Бора – Дж. Уилера и Я. И. Френкеля. Принцип автофазировки (В. И. Векслер, Э. Мак-Миллан) и разработка нового поколения циклических ускорителей.

### *1.5. Основные линии развития современной физики (вторая половина XX в.)*

#### *1.5.1. Ядерное оружие и ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.*

Цепная ядерная реакция деления урана и введение понятия критической массы. Первые инициативы о принятии государственных программ по созданию атомной бомбы (Англия, США, Германия, СССР). Пуск первого ядерного реактора (США, Э. Ферми, 1942). Два основных направления развития государственных ядерных программ: плутониевое — с использованием ядерных реакторов; и урановое — с использованием разделительных установок. Создание атомной промышленности и первых атомных бомб в США (1945) и СССР (1949) (под руководством Р. Оппенгеймера и И. В. Курчатова).

Предыстория освоения термоядерной энергии. Создание термоядерного оружия в США и СССР. Атомная энергетика. Проблема термоядерного синтеза в Англии, США и СССР. Резкий рост физических исследований, вызванный “ядерной революцией” в военном деле, промышленности и энергетике. Политические, социальные и этические аспекты “ядерной революции” во 2-й половине XX в.

#### *1.5.2. Физика конденсированного состояния и квантовая электроника.*

Квантовая механика – теоретическая основа физики конденсированного состояния (ФКС) и квантовой электроники (КЭ). Зонная теория. Метод квазичастиц. Магнитно-резонансные явления: электронный парамагнитный резонанс (ЭПР, Е. К. Завойский) и ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Исследование полупроводников и открытие транзисторного эффекта. Физика явлений сверхпроводимости и сверхтекучести. Теория фазовых переходов. Гетероструктуры.

Радиоспектроскопические предпосылки квантовой электроники. Создание мазеров и лазеров. ФКС и КЭ – важные источники технических приложений физики второй половины XX в. Воздействие идей и методов ФКС и КЭ на смежные области физики, химию, биологию и медицину. Основные научные центры и школы в области ФКС и КЭ. Значительность отечественного вклада в оба направления (ФКС — школа А. Ф. Иоффе, П. Л. Капица, Л. Д. Ландау, Ж. И. Алфёров и др.; КЭ — Н. Г. Басов, А. М. Прохоров и др.).

#### *1.5.3. Физика высоких энергий: на пути к стандартной модели.*

Интенсивное развитие физики элементарных частиц и высоких энергий, вызванное успешной реализацией национальных ядерно-оружейных программ (1950–1960-е гг.). Создание больших ускорителей заряженных частиц. Коллайдеры и накопительные кольца. Пузырьковые камеры и другие средства регистрации частиц.

Квантовая теория поля – теоретическая основа физики элементарных частиц. Физика нейтрино и слабых взаимодействий. Концепция калибровочного поля и разработка на её основе перенормируемых квантовой хромодинамики (КХД) (современного аналога теории сильных взаимодействий) и единой теории электрослабых взаимодействий.

#### *1.5.4. Релятивистские астрофизика и космология.*

Теоретическая основа астрофизики и космологии – общая теория относительности. Волна открытий в астрофизике и космологии 1960-х гг., связанных с развитием радиотелескопов, рентгеновской и гамма-астрономии. Открытие квазаров; реликтового излучения, подтверждающего гипотезу “горячей Вселенной”; пульсаров, отождествлённых с нейтронными звёздами. Рентгеновские и гамма-телескопы на искусственных спутниках

Земли (ИСЗ). Развитие физики чёрных дыр. Нейтринная астрономия. Инфляционная космология. Проблема гравитационных волн. Гравитационные линзы. Проблема скрытой массы. Космологические модели с  $\lambda$ -членом в уравнениях Эйнштейна и космический вакуум.

### *1.6. Заключительная часть*

Общая характеристика квантово-релятивистской картины мира (парадигма). Нерешённые проблемы физики в начале XXI в. Проблема единой теории 4-х фундаментальных взаимодействий. Квантовая теория гравитации и суперструны. Проблема грядущих научных революций в физике.

## **2. История астрономии и космологии**

### **2.1. Истоки и особенности формирования и развития астрономии и космологии**

Причины раннего зарождения интереса к небесным явлениям. *Закономерность* (цикличность) и *наглядность* (общедоступность) главных небесных явлений, корреляция с ними сезонных изменений и жизненных циклов на Земле. Характер астрономической деятельности первобытного человека: прикладной (ориентация в пространстве и времени) и мировоззренческий (осознание связей Человека с Космосом, формирование ранних астральных форм религии и выработка общих представлений о Вселенной — топо- и антропоцентрической астрономической картины мира — АКМ). Основные стадии развития астрономических представлений и знаний: от стихийной выработки общих представлений о Вселенной (космические мифы, культ светил) через космическую натурфилософию к формированию астрономии как самостоятельного предмета науки; наблюдательное и теоретическое изучение Космоса с использованием методов фундаментальных наук — математики, физики, химии, и т. п., с последующей её *дифференциацией* (по объектам, аспектам, методам). Чередование спокойных (эволюционных) и переломных (революционных) этапов в развитии астрономии.

### **2.2. Доисторическая архео- и этноастрономия**

Древнейшие следы астрономической деятельности: лунные календари; наблюдательные площадки с астрономическими ориентирами для древнейшей «службы времени» («горизонтная» астрономия); астрономический фольклор (его прикладной и мировоззренческий характер).

### **2.3. Астрономия и космология Древнего мира**

*2.3.1. Астрономическая деятельность и АКМ в древнейших исторических цивилизациях (Междуречье, Египет, Китай, Индия (4-е–1-е тыс. до н. э.); Мезоамерика (3-е тыс. до н. э.–1-е тыс. н. э.).*

Поклонение светилам и «небесным камням» (метеоритам), формирование астральных религий и астрологии. Выделение созвездий в области вдоль небесного экватора и эклиптики и формирование зодиака. Календарные системы. Регистрация солнечных и лунных затмений. Первые инструменты. Ранние арифметические модели неравномерного движения Луны и Солнца («зигзагообразная функция» — Вавилон, 1 тыс. и далее до н.э.). (Китай, VI в.) — регистрационная астрономия и ранние формы *космофизической* картины мира. Идея огненного происхождения и циклического развития Вселенной (Персия, Индия, Мезоамерика).

### *2.3.2. Астрономия в Древней Греции. Античный период (VII–IV вв.).*

Освоение прошлого наследия и наблюдательные открытия (Фалес, Метон, Евктемон). Космофизическая натурфилософия (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен, VII–VI вв.; пифагорейцы VI–IV вв.). Идея числовой гармонии Космоса; «Огненной единицы» как истока формирования материальной Вселенной; первая *негеоцентрическая* модель мира с *подвижной* Землей. Идея развития Космоса (Гераклит Эфесский). Вихревая космогония Анаксагора (V в.). Вершина развития античной астрономии — IV в.: идея множественности и многообразия развивающихся миров-вселенных и звездного состава Млечного Пути (Демокрит). Идея сведения сложных видимых движений небесных тел к простым (круговым равномерным — Платон). Первая математическая геоцентрическая модель мира (геоцентрические сферы) и древнейшее описание звездного неба с выделением основных кругов небесной сферы (Евдокс). Первая универсальная космофизическая система природы Аристотеля. Ее роль в истории астрономии.

### *2.3.3. Астрономия эпохи эллинизма (III в.).*

Первая наблюдательная оценка относительных расстояний и размеров Солнца и Луны и идея гелиоцентризма (Аристарх Самосский). Древнейший звездный каталог (Аристилл и Тимохарис). Его роль в истории астрономии. Первое измерение размеров земного шара (Эратосфен). Теория конических сечений и метод эпициклов для описания неравномерных движений (Аполлоний Пергский). Гиппарх (II в.) — начало точной наблюдательной и теоретической астрономии; звездный каталог; прецессия; звездные величины; геометрическая теория неравномерного движения Солнца и Луны по эксцентрикам. Птолемей (II в. н.э.) и создание первой полной математической геоцентрической системы мира (эпициклическая теория с *эквантом*, значение последнего). «Альмагест» Птолемея.

### *2.3.4. Астрономия Рима (I в. до н. э. – V в. н. э.).*

Юлианский календарь (46 г. до н. э.). Лукреций Кар и возрождение идей Демокрита. Сенека и идея космической природы комет.

## ***2.4. Астрономия и астрономическая картина мира в Средние века. Наука под властью монотеистических и централизованных религий***

### *2.4.1. Александрия (III – VII вв.).*

Столкновение эллинистической натурфилософии и христианской библейской «космологии» (Ориген, Гипатия).

### *2.4.2. Астрономия Византии (IV – XV вв.).*

Сохранение наследия греческой науки. Упадок в космологических представлениях (Косма Индикоплов, VI в.).

### *2.4.3. Наблюдательная и математическая астрономия на средневековом Дальнем и Ближнем Востоке и в Средней Азии.*

Китай (Чжан Хэн, I–II вв., наблюдения и инструменты). Индия — освоение птолемея наследия. (V в. — Ариабхата, Бхаскара). Наблюдательная и теоретическая астрономия в мире ислама (VIII–XV вв., Багдад, Каир, Дамаск (Сабит ибн Корра и др.); Газна, Марага (Бируни, Насирэддин Туси)). Самаркандская обсерватория с уникальным квадрантом. Начало точных систематических наблюдений, звездный каталог (Улугбек, XV в.). Календарь и идея бесконечной Вселенной Омара Хайама. Главное наследие астрономии исламского мира — «Зиджи».

### *2.4.4. Астрономия в средневековой Западной Европе (VII – XIV вв.).*

«Пасхалии». Догматизация картины мира Аристотеля – Птолемея как научной опоры богословия, XII–XIII вв. Комментаторство. Буридан, Орем — идея возможности движения Земли и несоизмеримости небесных движений. Вселенная Николая Кузанского. Пурбах, Региомонтан (XV в.).

## **2.5. *Астрономия и космология эпохи Возрождения (XVI – XVII вв.). От Коперника до Ньютона***

Гелиоцентрическая система мира Коперника — первая теория *истинного* строения Солнечной системы. Тихо Браге. Наблюдения Марса, открытие космической природы комет, компромиссная система мира. Джордано Бруно. В. Гильберт. Галилей и начало телескопической астрономии. Кеплер. Открытие законов планетных движений. Изобретение рефрактора. Открытие первой переменной (Мира Кита, Д.Фабрициус, 1596). Декарт. Эволюционная (вихревая) модель Вселенной на основе гелиоцентризма.

Ньютон. Закон всемирного тяготения и создание основ небесной динамики. Открытие явления спектра. Изобретение рефлектора. Дифференциальное и интегральное исчисления (Ньютон, Лейбниц). Успехи телескопической астрономии XVII в. (Гевелий, Дж. Кассини, Гюйгенс). Первая реалистическая оценка солнечного параллакса (Хоррокс). Детали поверхности Луны и планет (Гарриот, Гевелий, Гук и др.). Кольцо Сатурна и первая оценка межзвездных расстояний (Гюйгенс). Открытие конечности скорости света (Рёмер). Гринвичская и Парижская обсерватории (Флемстид; Дж.Кассини).

## **2.6. *Первый этап и результаты развития телескопической астрономии — эпоха рефракторов (XVII–XVIII вв.)***

Периодичность комет, собственные движения звезд (Галлей, 1705, 1718). Аберрация как первое наблюдательное подтверждение орбитального движения Земли. (Брадлей, 1728). Первые шаги в мир «туманностей» (Галлей, Дерхем, Мессье, 30–80-е гг. XVIII в). Уточнение «фотометрических» межзвездных расстояний (Ламберт, 1761). Концепции островной и иерархической Вселенной. Идея развития Вселенной под действием гравитации (Райт, Кант, Ламберт). Рождение планетной космогонии: катастрофические (Уистон, Бюффон) и эволюционные (Кант, Лаплас) гипотезы. Атмосфера на Венере (Ломоносов, 1761). Концепция лунного вулканизма и физика комет (Эпинус, 80-е гг.). Открытие первой затменно-переменной (Алголь, Гудрайк, 1784). В. Гершель — с 1781 по 1817 гг. — Открытие Урана; движения Солнца, изолированности Галактики; физически двойных звезд; кратных и взаимодействующих туманностей; каталоги 2,5 тыс. новых туманностей и звездных скоплений — начало звездной астрономии. Первая оценка расстояний до млечных туманностей как далеких звездных систем (миллионы световых лет) с выводом о наблюдении этих объектов в их миллионлетнем прошлом. Открытие первых признаков крупномасштабной структуры Вселенной («пласт туманностей Волос Вероники», 1784). Рождение звездной космогонии (1791). Открытие инфракрасного излучения (1800).

Закон планетных расстояний Тициуса–Боде. Идея «черных дыр» (Дж. Мичел, 1784; Лаплас, 1796). Рождение научной метеоритики (Хладни, 1794).

## **2.7. *Развитие астрономической картины мира на основе многоаспектной физики и технического прогресса XIX–XX вв.***

Открытие подсистемы малых тел (Пиаци, Олмстэд, Араго, Скиапарелли). Проблема происхождения астероидов и комет (Ольберс, Лагранж, Лаплас). Эффект Доплера. Фотография и ее применение в астрономии. Ахроматы, спектроскоп, полярископ (Доллонд, Волластон, Араго). Рефракторы нового поколения (Фраунгофер).

Первые измерения звездных параллаксов (В. Струве, Бессель, Гендерсон, 1837–1839). Основание Пулковской обсерватории (1839). Открытие спиральной структуры у млечных туманностей (В. Парсонс, 1845).

Триумф ньютоновской гравитационной АКМ: создание классической небесной механики возмущенного движения (Лаплас и французская школа небесной механики; Петербургская школа — Л. Эйлер, А.И. Лексель). Открытие первой короткопериодической

кометы («комета Лекселя») и невидимых спутников у звезд (Бессель). Открытие Нептуна (Адамс и Леверье, 1846) и загадка в движении перигелия Меркурия (1853).

Вторая половина XIX в. Рождение астрофизики. Гипотезы об источнике энергии Солнца и звезд на основе открытия закона сохранения энергии (метеоритная — Р. Майер; контракционная — Гельмгольц и У. Том-сон). Создание спектрального анализа (Кирхгоф и Бунзен, ок. 1860). Доплер и Физо, Цёлльнер, Д. Дрэпер). Открытие химического состава Солнца и звезд; газовой природы светлых диффузных туманностей (Кирхгоф, Хёггинс). Начало спектральной классификации звезд (Секки, Фогель). Ее эволюционное истолкование — Локьер. Солнечная активность (Швабе, Р. Вольф). Диаграмма Герцшпрунга–Рессела. Проблема внутреннего строения звезд и природы источников звездной энергии (Р. Майер, Гельмгольц, лорд Кельвин, Джинс, Эддингтон). Успехи в изучении тел Солнечной системы. Связь метеорных потоков с кометами (Скиапарелли). Массовое открытие астероидов. Проблема «жизни на Марсе» (Скиапарелли, Ловелл). Идея панспермии (Рихтер, Аррениус). Кинематика и динамика звездных систем (Ковальский, Каптейн, К. Шварцшильд, Джинс, Эддингтон). Космологические парадоксы.

Космогонический аспект АКМ (с конца XIX до середины XX вв.). Проблема планетной космогонии (Фай, Чемберлин и Мультион, Джинс и Джеффрейс, Вейцеккер, О. Ю. Шмидт). Проблема звездной эволюции и иллюзия ее решения (от Локьера до Рессела). Возрождение звездной (космогонии) (Амбарцумян, 1947).

Эйнштейн и вторая научная революция в физике и космологии (1917). Концепция нестационарной Вселенной и рождение релятивистской космологии (А. А. Фридман, 1922–1923; Леметр, 1927, 1932).

Теоретическая (Шарлье) и наблюдательная космологии первой четверти XX вв. От идеи единственности Галактики (Шепли) до «Вселенной Хаббла» (1924). Расширение Вселенной (закон красного смещения Хаббла, 1929) и первые оценки её возраста. «Долгая» и «короткая» шкалы возраста звезд и эволюции Вселенной (Джинс, Амбарцумян, конец 30-х гг.). Рождение радиоастрономии и открытие радиовселенной (Янский, Рёбер, 30-е гг.). Первые фундаментальные открытия в радиоастрономии. Главная линия радиоспектра 21 см. (Ван де Хюлст, И. С. Шкловский, Юэн и Парселл, 40–50-е гг.). Протяженные и дискретные радиоисточники. Открытие синхротронного механизма непрерывного радиоизлучения (Гинзбург, Шкловский, начало 50-х гг.). Переменные радиоисточники: квазары, пульсары и др. (60–70-е гг.). Формирование релятивистской космологической картины мира. Теория «горячей Вселенной» (Дж. Гамов, 1946 г.). Предсказание остаточного изотропного радиоизлучения (Гамов, Альфер, Герман, 1948). Открытие реликтового радиоизлучения (Пензиас, Вильсон, 1965). Развитие теории «горячей Вселенной» (Я. Б. Зельдович и др.). Проблема крупномасштабной структуры Вселенной — от В. Гершеля до наших дней. Открытие первого сверхскопления галактик (де Вокулёр, 1953). Концепция ячеистой-филаментарной структуры Метагалактики.

Проблема источников звездной энергии и эволюции звезд. Идея аннигиляции (Джинс, Эддингтон, начало XX в.). Решение проблемы на основе идеи термоядерного синтеза (Эддингтон, Критчфилд, Вейцеккер, Бете, конец 30-х гг.). Возрождение идеи контракционного источника энергии (для стадии формирования звезды, взрыва Сверхновой, излучения аккреционных дисков у двойных систем с белым карликом, нейтронной звездой или «черной дырой»). Проявление радиоактивного механизма энерговыделения в Сверхновой 1987 г. Новая концепция звездной эволюции (М. Шварцшильд и др., с 50-х гг. XX в.). Первые шаги к созданию нейтринной и гравитационно-волновой астрономии (конец XX в.). Открытие резкой нестационарности объектов и процессов различных масштабных уровней (галактики с активными ядрами, квазары, барстеры, транзиенты, гамма-всплески, «микроквазары» и т.д.). Современные тенденции формирования единой звездно-планетной космогонии (2-я половина XX в.). Инфляционная Вселенная (Гут, Линде и др.) и начало третьей революции в космологии (конец XX в.). Концепция множественно-

сти физически различных «мегавселенных». Проблема жизни во Вселенной. Парадокс «молчания Вселенной». Антропный принцип.

### 3. История химии

#### 1. Общие представления об истории химии и ее методах

Цели и задачи истории химии как неотъемлемой части самой химии и ее самокритического инструмента.

Объекты, предметы и методы истории химии. Система химических наук и ее развитие.

Историческая периодизация как промежуточный результат и как инструмент исторического исследования. Историография химии и химическое источниковедение. История химической литературы (исторического значения рукописи и книги, основные общехимические и специализированные журналы, реферативные журналы справочники). История химической символики, терминологии и номенклатуры. Традиционная периодизация развития химии.

#### 2. Обобщенное представление о развитии химии

- 2.1. Химические знания в Древнем мире до конца эллинистического периода
- 2.2. Химия в арабско-мусульманском мире VII–XII вв.
- 2.3. Средневековая европейская алхимия (XI–XVII вв.).
- 2.4. Ятрохимия как рациональное продолжение алхимии (XV–XVII вв.).
- 2.5. Практическая химия эпохи европейского Средневековья и Возрождения (XI–XV II вв.).
- 2.6. Становление химии как науки Нового времени (XVII–XVIII вв.).
- 2.7. «Кислородная революция» в химии (конец XVIII в.).
- 2.8. Возникновение химической атомистики (конец XVIII–начало XIX вв.).
- 2.9. Рождение первой научной гипотезы химической связи (начало XIX в.).
- 2.10. Становление аналитической химии как особого направления (конец XV III–середина XIX вв.).
- 2.11. Становление органической химии (первая половина XIX в.).
- 2.12. Рождение классической теории химического строения (середина - вторая половина XIX в.).
- 2.13. Открытие периодического закона (вторая половина XIX в.).
- 2.14. Развитие неорганической химии во второй половине XIX в.
- 2.15. Основные направления развития органической химии во второй половине XIX в.
- 2.16. Формирование теории химических равновесий во второй половине XIX в.
- 2.17. Актуальные химические проблемы конца XIX в.

#### 3. Особенности и основные направления развития химии XX в.

- 3.1 Неорганическая химия.
  - 3.2. Органическая химия.
  - 3.3. Биоорганическая химия и молекулярная биология.
  - 3.4. Химия высокомолекулярных соединений.
  - 3.5. Фармацевтическая химия и химическая фармакология.
  - 3.6. Развитие аналитической химии и методов исследования в XX в.
- Общеаналитическая методология.
- Развитие объектов и предметов исследования и аналитических задач
- Общая характеристика возникновения, развития и значения основных исследовательских и аналитических методов XX в.

(Оптическая спектроскопия. Фемтосекундная лазерная спектроскопия и фемтохимия. Рентгеновская и гамма-спектроскопия и дифрактометрия.

Электронная микроскопия и зондовые методы. Электронография.

Масс-спектроскопия. Радиоспектроскопия. Хроматография. Операции на твердых и растворимых матрицах. Электрохимические методы. Нейтронно-активационный анализ.

Методология меченых атомов и радиохимические методы анализа. Оптически детектируемый магнитный резонанс. Магнитно-резонансная и магнитно-силовая микроскопия).

#### **4. Развитие некоторых стержневых представлений химии**

4.1. Дискретная природа материи.

4.2. Химические элементы.

4.3. Химическая связь.

4.4. Химическое строение.

4.5. Термохимия и химическая термодинамика

(Развитие представлений о химических равновесиях, химической энергии и химическом потенциале. Статистическая термодинамика в химии. Переход от термодинамики изолированных к термодинамике открытых систем, от термодинамики равновесных состояний к термодинамике стационарных и неравновесных).

4.6. Химическая кинетика

(Развитие представлений о скоростях химических реакций. Развитие представлений об элементарных актах химических взаимодействий. Развитие учения о цепных процессах.).

4.7. Катализ.

4.8. Электрохимия.

4.9. Фотохимия.

4.10. Коллоидная химия.

4.11. Развитие кристаллохимии.

#### **5. Развитие ведущих исследовательских методов XX в.**

5.1. Хроматография

(Поучительные особенности открытия адсорбционной хроматографии. Причины задержки и резкого возрастания интереса к ней в 1-й трети XX в. Открытие других видов хроматографии. Влияние хроматографии на развитие химии).

5.2. Химическая радиоспектроскопия

(Открытие и развитие применения в химии ЭПР, КМР, ПМР и ЯМР высокого разрешения. Импульсная ЯМР-спектроскопия. Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях. Влияние радиоспектроскопии на развитие химии.

#### **6. Социальный заказ, развитие химических технологий и химической науки.**

Древняя металлургия золота, серебра, свинца и сурьмы, меди и ее сплавов. Металлургия железа. Керамика и стекло. Минеральные пигменты и органические красители. Технологии выпаривания, экстракции и крашения. Производство соли и поташа. Производство папирусной бумаги. Едкое кали, нашатырь, мыло. Химические производства раннего Средневековья (сахар, спирт, листовое стекло, живопись по стеклу). Химическая техника позднего европейского Средневековья (выплавка железа через передельный чугуны, изготовление пороха, получение сильных кислот, закладка селитрянец и выщелачивание селитры, купоросы и квасцы, цветные эмали и стекла). Химическая техника эпохи европейского Возрождения (промышленное мыловарение, получение эфирных масел, усовершенствование металлургии меди).

Химическая промышленность начала Нового времени. Потребности стеклоделия, мыловарения, текстильной промышленности и производство соды по Леблану. Производ-

ство серной кислоты для сульфирования индиго. Беление хлором и производство «белильной извести». Производство кокса для металлургии, газа для освещения и накопление каменноугольной смолы.

Химическая промышленность XIX в. Проблемы использования каменноугольной смолы, исследования ее состава и возможности применения. Потребности в красителях для тканей и синтез ализарина и фуксина. Развитие промышленности органических красителей. Потребность во взрывчатых веществах, создание динамитов и бездымных порохов. Создание производства целлулоида. Развитие строительства и развертывание производства цементов. Появление двигателей внутреннего сгорания, проблема моторного топлива и смазочных масел.

Химическая промышленность XX в. Потребность во взрывчатых веществах и промышленный синтез аммиака. Увеличение плотности населения, распространение эпидемических заболеваний и развитие фармацевтической промышленности. Развитие электротехники, потребность в электроизоляции и развитие фенолформальдегидных полимерных материалов, полиорганосилоксанов и термостойких полимеров. Коррозия металлов и поиск химических средств и методов борьбы с ней. Недостаток природных материалов, синтез каучука и полимеризационных пластмасс. Развитие товарного сельского хозяйства и потребность в минеральных удобрениях, уничтожение межей и проблема борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Прямая связь химической науки и промышленности. Развитие химической науки, опережающее запросы практики.

## **7. Взаимодействие химии с другими науками в их историческом развитии**

### **7.1. Химия и философия.**

«Предхимия» в рамках синкретической преднауки Древнего мира. Взаимосвязь этики, геометрии и превращения элементов у Платона. Химический аспект философии Аристотеля. Роль идеологии и ритуалов ранней алхимии в возникновении герметической философии, а также обрядов и символики масонства. Развитие органической химии и метаморфозы витализма. Химический состав Вселенной и представления о ее целостности.

### **7.2. Химия и математика.**

Количественные меры в химии. Химическая метрология. Кристаллохимия и теория групп. Математический аппарат в физико-химических расчетах. Химическая интерпретация физического сигнала с помощью математического анализа и превращение математического аппарата в непосредственный инструмент физико-химического измерения. Место и роль математики в квантовой химии. Химия и теория графов. Проблемы макрокинетики и математического моделирования химических процессов и аппаратов. Математическое планирование и математическая оценка химического эксперимента. Математика и молекулярный дизайн.

### **7.3. Химия и физика.**

«Физическая химия» у М. В. Ломоносова. Физическое измерение в химии. Физическая химия XIX в. Химическое состояние, химическое превращение и физический сигнал, «физикализация» химии в XX в. Физические явления и физические воздействия как факторы возникновения химических направлений и дисциплин. Радиохимия как фактор развития физики. Физические теории строения материи и интерпретация химической связи. Физическое объяснение химических явлений и проблема сведения химии к физике, физико-математическая интерпретация периодического закона и ее неполнота.

### **7.4. Химия, биология и медицина**

Ятрохимия как медицинская ипостась алхимии. Химиико-медицинская философия Парацельса. Развитие представлений о химической сущности базовых биологических процессов. Исследование брожения и других биохимических процессов. Химия и учение о ферментотивных процессах. Изучение и постижение молекулярной природы наследственности. Лекарства и яды. Химическая структура и биологическая активность. Молекуляр-

ная биология и проблема сведения биологических процессов к химическим. Проблема функционирования живого как центральная проблема науки.

#### 7.5. Химия и науки о Земле.

Геохимия как история распределения химических элементов и их соединений в оболочках Земли. Минералогия как химия земной коры. Биогеохимия В. И. Вернадского. Возникновение геокристаллохимии. Происхождение нефти.

#### 7.6. Химия, общественные науки и общество.

Химические методы в истории и археологии. Химия и криминалистика. Химическая экология. Развитие цивилизации, химические загрязнения и проблема «самоубийственных» химических технологий. Социальные проблемы, общественные отношения и химический анализ. Формы собственности и развитие химии.

Персоналии и более подробное изложение содержания разделов 1–5.

Приведены в «Программе кандидатского минимума по истории химии для химических специальностей» (22 стр. через 1 интервал). находящейся в оргкомитете Комиссии и ИИЕТ им. С. И. Вавилова РАН.

## **4. История математики**

### **1. Периодизация истории математики**

1.1. Основные этапы развития математики: периодизация А. Н. Колмогорова.

### **2. Математика Древнего мира**

2.1. Истоки математических знаний. Первоначальные астрономические и математические представления эпохи неолита. Представления о числах и фигурах в первобытном обществе. Системы счисления. Этноматематика.

2.2. Математика в догреческих цивилизациях. Древний Египет — источники; нумерация, арифметические и геометрические знания. Древний Вавилон — источники, шестидесятиричная позиционная система счисления.

Арифметика. Решение линейных, квадратных уравнений и систем уравнений с двумя неизвестными. «Пифагорейские тройки». Числовой, алгоритмический характер вавилонской математики. «Пифагорейские тройки». Геометрические знания. Проблема влияния египетской и вавилонской математики на последующее развитие математического знания.

2.3. Древняя Греция. Источники. Рождение математики как теоретической науки. Фалес. Пифагорейцы. Место математики в пифагорейской системе знания. Арифметика пифагорейцев. Первая теория отношений. Открытие несоизмеримости. Классификация иррациональностей Теэтета. Геометрическая алгебра. Геометрия циркуля и линейки. Знаменитые задачи древности — удвоения куба, три секции угла и квадратуры круга — и их решение в XIX в.; трансцендентность числа «пи» и седьмая проблема Д. Гильберта. Парадоксы бесконечного. Апории Зенона. Атомизм Демокрита. Евдокс. Строение отрезка. Роговидные углы. Аксиома Евдокса-Архимеда. Роговидные углы. Теория отношений Евдокса. «Метод исчерпывания». Место математики в философии Платона. «Математический платонизм» как взгляд на сущность математики. Математика в философской концепции Аристотеля.

2.4. Математика эпохи эллинизма. Синтез греческих и древневосточных социокультурных и научных традиций. Аксиоматическое построение математики в «Началах» Евклида. Структура «Начал». Правильные многогранники и структура космоса. Архимед. Дифференциальные и интегральные методы. Аполлоний. Теория конических сечений. Роль теории конических сечений в развитии математики и математического естествознания (законы Кеплера, динамика Ньютона). Ценностные иерархии объектов, средств реше-

ния задач и классификация кривых в античной геометрии. Математика первых веков Новой эры (Герон, Птолемей). «Арифметика» Диофанта. Роль диофантова анализа в истории алгебры и алгебраической геометрии с древности до наших дней (решение проблемы Морделла, доказательство Великой теоремы Ферма). Представления о предмете и методах математики у неоплатоников, «математический платонизм» как развитие этих представлений. Закат античной культуры и комментаторская деятельность математиков поздней античности.

2.5. Математика в древнем и средневековом Китае. Китайская нумерация и арифметические действия. «Математика в девяти книгах» — выдающийся культурный памятник древнего Китая. Структура математического текста. Геометрия, теория пропорций, системы линейных уравнений, инфинитезимальные процедуры, отрицательные числа. Счетная доска и вычислительные методы. Математика в древней и средневековой Индии. Источники. Цифровая позиционная система. Появление записи нуля. Дроби. Задачи на пропорции. Линейные и квадратные уравнения. Неопределенные уравнения. Отрицательные и иррациональные числа. Суммирование бесконечных рядов. Геометрические знания. Достижения в области тригонометрии.

### ***3. Математика Средних веков и эпохи Возрождения***

3.1. Средневековая математика как специфический период в развитии математического знания. Математика арабского Востока. Переводы греческих авторов. Трактат ал-Хорезми «Об индийском счете» и победное шествие «арабских» цифр по средневековой Европе. «Краткая книга об исчислении ал-джабра и ал-мукабалы». Классификация квадратных уравнений. Выделение алгебры в самостоятельную науку. Омар Хайям. Кубические уравнения. Практический характер математики. Геометрические исследования: теория параллельных в связи с попытками доказать V постулат Евклида. Арифметизация теории квадратных иррациональностей в работах арабских комментаторов Евклида. Инфинитезимальные методы. Отделение тригонометрии от астрономии и превращение ее в самостоятельную науку.

3.2. Математика в средневековой Европе. Математика в Византии. Переводы с арабского и греческого. Индийская нумерация, коммерческая арифметика, арифметическая и геометрическая прогрессии, практически ориентированные геометрические и тригонометрические сведения у Леонардо Пизанского (Фибоначчи). Творчество Фибоначчи. «Арифметике в 10 книгах» И. Неморария. Развитие античных натурфилософских идей и математика. Оксфордская и Парижская школы. Схоластические теории изменения величин (учение о конфигурациях качества, о широтах форм) как предвосхищение математики переменных величин XVII века. Дискуссии по проблемам бесконечного, непрерывного и дискретного в математике.

3.3. Математика в эпоху Возрождения. Проблема решения алгебраических уравнений, расширение понятия числа, совершенствование символики, решение уравнений 3-й и 4-й степеней в радикалах. Алгебра Виета. Проблема перспективы в живописи Ренессанса и математика. Иррациональные числа. Отрицательные, мнимые и комплексные числа (Дж. Кардано, Р. Бомбелли и др.). Десятичные дроби. Тригонометрия в астрономических сочинениях.

### ***4. Рождение и первые шаги математики переменных величин***

4.1. Математика и научно-техническая революция XVI–XVII веков. Механическая картина мира и математика. Новые формы организации науки. Развитие вычислительных средств — открытие логарифмов. Жизнь и творчество Р. Декарта. Число у Декарта. Рождение аналитической геометрии.

Теоретико-числовые проблемы в творчестве Ферма. Создание основ проективной геометрии в работах Дезарга и Паскаля. Переписка Ферма и Паскаля и первые теоретико-вероятностные представления. Появление статистических исследований.

Развитие интеграционных и дифференциальных методов в XVII веке (И. Кеплер, Б. Кавальери, Б. Паскаль). Жизнь и творчество И. Ньютона и Г.-В. Лейбница. Открытие Ньютоном и Лейбницем дифференциального и интегрального исчисления. Спор о приоритете и различия в подходах. Первые шаги математического анализа (И. и Я. Бернулли и др.). Проблема обоснования дифференциального и интегрального исчисления и критика Беркли.

4.2. Математика и Великая Французская революция. Создание Политехнической и Нормальной школ и их влияние на развитие математики и математических наук. Развитие математического анализа в XVIII веке. Расширение поля исследований и выделение основных ветвей математического анализа — дифференциального и интегрального исчисления в узком смысле слова, теории рядов, теории дифференциальных уравнений — обыкновенных и с частными производными, теории функций комплексного переменного, вариационного исчисления. Жизнь и творчество Л. Эйлера. Математическая трилогия Л. Эйлера. Жизнь и творчество Л. Эйлера. Классификация функций Эйлера. Основные понятия анализа. Обобщение понятия суммы ряда. Спор о колебании струны. Развитие понятия функции. Расширение понятия решения дифференциального уравнения с частными производными — понятия классического и обобщенного решений; появление понятия обобщенной функции в XX столетии. Проблема обоснования алгоритмов дифференциального и интегрального исчисления. Подходы Л. Эйлера, Ж. Лагранжа, Л. Карно, Ж. Даламбера. Вариационные принципы в естествознании.

## *5. Период современной математики*

5.1. Математика XIX века. Организация математического образования и математических исследований. Ведущие математические школы. Математические журналы и общества. Школа К. Вейерштрасса. Жизнь и деятельность С. В. Ковалевской. Организация первых реферативных журналов и международных математических конгрессов — в Цюрихе (1897), в Париже (1900). Начало издания в Германии «Энциклопедии математических наук». Доклад Д. Гильберта «Математические проблемы» (1900).

5.2. Реформа математического анализа. Идеи Б. Больцано в области теории функций.

О. Коши и построение анализа на базе теории пределов. Нестандартный анализ

А. Робинсона (1961) и проблема переосмысления истории возникновения и первоначального развития анализа бесконечно малых. К. Вейерштрасс и арифметизация анализа. Теория действительного числа (Г. Кантор, Р. Дедекин). Г. Кантор и создание теории множеств. Открытие парадоксов теории множеств. Создание теории функций действительного переменного (А. Лебег, Р. Бэр, Э. Борель).

5.3. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений — проблема интегрируемости уравнений в квадратурах (результаты Ж. Лиувилля по интегрированию уравнения Риккати, С. Ли и его подход к проблеме). Перестройка оснований теории в трудах О. Коши (задача Коши, доказательство существования решения задачи Коши). Линейные дифференциальные уравнения, теория Штурма — Лиувилля, аналитическая теория дифференциальных уравнений.

Качественная теория А. Пуанкаре и теория устойчивости А. М. Ляпунова. Теория динамических систем — от А. Пуанкаре до КАМ-теории.

5.4 Теория уравнений с частными производными. Теория уравнений первого порядка (теория Лагранжа — Шарпи, работы И. Пфаффа, О. Коши и К.-Г. Якоби, «второй метод Якоби», теория С. Ли). Общая геометрическая теория уравнений с частными производными (С. Ли, Э. Картан, Д. Ф. Егоров).

Теория потенциала и теория теплопроводности Ж.-Б. Фурье и теория уравнений математической физики. Классификация уравнений по типам (эллиптические, параболические и гиперболические) П. Дюбуа-Реймона. Теорема Коши — Ковалевской. Понятие корректности краевой задачи по Ж. Адамару. Взгляд на общую теорию как на общую теорию краевых задач для уравнений различных типов. Системы уравнений с частными производными. 19-я и 20-я проблемы Гильберта и теория эллиптических уравнений в XX веке.

5.6. Теория функций комплексного переменного. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. О. Коши и его результаты в построении теории функций комплексного переменного. Геометрическая теория функций комплексного переменного Б. Римана. Римановы поверхности. Принцип Дирихле. Аналитическое направление К. Вейерштрасса теории функций комплексного переменного. Целые и мероморфные функции. Теорема Пикара. Абелевы функции. Автоморфные функции. Униформизация.

5.7. Эволюция геометрии в XIX — начале XX вв. Создание проективной геометрии. Жизнь и творчество К.-Ф. Гаусса. Дифференциальная геометрия. Открытие Н. И. Лобачевским неевклидовой геометрии. Априоризм Канта и неевклидова геометрия. Интерпретации неевклидовой геометрии. Риманова геометрия. «Эрлангенская программа» Ф. Клейна. «Основания геометрии» Д. Гильберта и эволюция аксиоматического метода (содержательная, полужормальная, формальная аксиоматизации).

Рождение топологии. Комбинаторная топология А. Пуанкаре. Диссертация М. Фреше (1906). Теория топологических пространств. Теория размерности. Возникновение алгебраической топологии.

Геометрическая теория алгебраических уравнений. Идеи Р. Клебша и М. Нетера. Итальянская школа алгебраической геометрии. Аналитическая теория многообразий.

5.8. Эволюция алгебры в XIX — первой трети XX века. Проблема разрешимости алгебраических уравнений в радикалах. Э. Галуа и рождение теории групп. Развитие теории групп в XIX веке (А. Кэли, К. Жордан, теория непрерывных групп С. Ли). Аксиоматика теории групп. Теория групп и физика (кристаллография, квантовая механика). Развитие линейной алгебры. Английская школа символической алгебры. Кватернионы У. Гамильтона, гиперкомплексные системы, теория алгебр. Теория алгебраических чисел. Формирование понятий тела, поля, кольца. Формирование «современной алгебры» в трудах Э. Нетер и ее школы. Эволюция предмета алгебры от теории алгебраических уравнений до теории алгебраических структур.

5.9. Аналитическая теория чисел — проблема распределения простых чисел (К.-Ф. Гаусс, П. Дирихле, П. Л. Чебышев, Ж. Адамар, Ш. Валле-Пуссен), теория трансцендентных чисел (Ж. Лиувилль, Ш. Эрмит, А. О. Гельфонд), аддитивные проблемы — проблема Гольдбаха (И. М. Виноградов) и проблема Варинга (Д. Гильберт, Г. Харди). Алгебраическая теория чисел — работы К.-Ф. Гаусса, обоснование теории делимости для полей корней из единицы (Э. Куммер), а затем для произвольных полей алгебраических чисел (Р. Дедекинд, Е. И. Золотарев, Л. Кронекер), доказательство квадратичного и биквадратичного (К.-Ф. Гаусс), а затем и кубического закона взаимности (Г. Эйзенштейн, К. Якоби). Геометрическая теория чисел (Г. Минковский, Г. Ф. Вороной).

5.10. Вариационное исчисление Эйлера. Создание метода вариаций. Вторая вариация и условия Лежандра и Якоби. Теория сильного экстремума Вейерштрасса. Теория Гамильтона — Якоби. Инвариантный интеграл Гильберта. Вариационные задачи с ограничением. Теория экстремальных задач в XX веке. Принцип максимума Понтрягина.

Рождение функционального анализа: «функциональное исчисление» В. Вольерра, С. Пинкерле, исследования по интегральным уравнениям (И. Фредгольм, Д. Гильберт), вариационному исчислению. Понятие гильбертова пространства. Банаховы пространства (С. Банах, Н. Винер).

5.11. Развитие теории вероятностей во второй половине XIX — первой трети XX века. Формирование основ теории вероятностей. Трактат Я. Бернулли «Искусство предположений». Появление основных теорем теории вероятностей. П.-С. Лаплас и теория вероятностей. Предельные теоремы теории вероятностей. Петербургская школа П. Л. Чебышева и теория вероятностей XIX — начала XX века. Проблема аксиоматизации теории вероятностей. Аксиоматика А. Н. Колмогорова.

5.12. Математическая логика и основания математики в XIX — первой половине XX века. Предыстория математической логики. Символическая логика Г. В. Лейбница. Квантификация предиката. Логика А. де Моргана. Алгебра логики Дж. Буля и У. С. Джевонса. Символическая логика Дж. Венна. Алгебра логики Э. Шредера и П. С. Порецкого. Исчисление высказываний Г. Фреге. «Формуляр математики» Дж. Пеано. «Principia Mathematica» Б. Рассела и А. Уайтхеда. Работы по основаниям геометрии и арифметики конца XIX века. Кризис в основаниях математики в начале века и попытки выхода из него: логицизм, формализм, интуиционизм. Формалистское понимание математического существования. Непротиворечивость как основная характеристика математической теории. Конструктивизм. Аксиоматизация теории множеств. Континуум-гипотеза и попытки ее доказательства от Г. Кантора до П. Козна. Результаты К. Геделя и кризис гильбертовской программы обоснования математики. Возникновение группы Бурбаки, ее деятельность и идеология. Реакция на нее математического сообщества.

5.13. История вычислительной техники — абак, механические счетные машины (В. Шиккард, Б. Паскаль, Г. Лейбниц, П. Л. Чебышев), аналитическая машина Ч. Бэббеджа, электромеханические счетные машины, создание электронных вычислительных машин. Появление персональных компьютеров. Экспансия информатики. Допустимость компьютерного доказательства — проблема четырех красок.

5.14. Математика XX века. Основные этапы жизни математического сообщества — до первой мировой войны, в промежутке между первой и второй мировыми войнами, во второй половине XX века. Математические конгрессы, международные организации, издательская деятельность, премии (Филдсовская премия, премия Р. Неванлинны и др.). Ведущие математические школы и институты. Творчество А. Пуанкаре и Д. Гильберта.

## **6. Математика в России и в СССР**

6.1. Математика в России до середины XIX века. Математические знания в допетровской Руси. Математика в Академии наук в XVIII веке. Школа Л. Эйлера. Реформы Александра I. Жизнь и творчество Н. И. Лобачевского.

Математика в России во второй половине XIX века. Реформы Александра II. Жизнь и творчество П. Л. Чебышева. Школа П. Л. Чебышева. Создание Московского математического общества и деятельность Московской философско-математической школы.

6.2. Математика в России и в СССР в XX веке. Организация математической жизни в стране накануне Первой мировой войны. Конфронтация Петербурга и Москвы. Рождение Московской школы теории функций действительного переменного. Математика в стране в первые годы Советской власти. Идеологические бури 30-х годов. Рождение Советской математической школы. Математические съезды и конференции, издания, институты. Ведущие математические центры. Творчество А. Н. Колмогорова.

### **Рекомендуемая основная литература:**

1. История и философия науки: учебник для вузов / под общ. ред. А. С. Мамзина и Е. Ю. Сиверцева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2014.
2. Крюков В.В. Философия: [учебник для технических вузов]. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.
3. Крянев Ю.В. История и философия науки. М.: ИНФРА-М, 2014.

4. Лешкевич Т.Г. Философия науки: Учебное пособие для аспирантов и соискателей ученой степени. М.: ИНФРА-М, 2014.
5. История и философия науки (аспирантура): электронный учебно-методический комплекс / О. А. Винникова, В. В. Крюков, И. В. Черепанов; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, 2015. – Режим доступа: <http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/4946>

#### Дополнительная литература:

1. Ансельм А. И. Очерки развития физической теории в первой трети XX в. М.: Наука, 1986.
2. Гинзбург В. Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными? // Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике: статьи и выступления. 3-е изд. М.: Бюро Квантум, 1995. (обновлённый и дополненный вариант в кн.: Гинзбург В. Л. О науке, о себе и о других. М.: Физматлит, 2001.
3. Глестон С. Атом. Атомное ядро. Атомная энергия. Развитие представлений об атоме и атомной энергии. М.: ИЛ, 1961.
4. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики (с древнейших времён до конца XVIII в.). М.: Наука, 1974.
5. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики (с начала XIX до середины XX вв.). М.: Наука, 1979.
6. Очерки развития основных физических идей / Ред. А. Т. Григорьян, Л. С. Полак. М.: АН СССР, 1959.
7. Уиттекер Э. Т. История теорий эфира и электричества. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001
8. Физика XIX–XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XIX в. / Ред. Л. С. Полак, В. П. Визгин. М.: Наука, 1995.
9. Дунская И. М. Возникновение квантовой электроники. М.: Наука, 1974.
10. Каганов М. И., Френкель Я. И. Вехи истории физики твёрдого тела. М.: Знание, 1981.
11. Окунь Л. Б. Физика элементарных частиц. М.: Наука, 1988.
12. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
13. Физика XIX–XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XX в. / Ред. Г. М. Идлис. М.: Янус-К, 1997.
14. Берри А. Краткая история астрономии. М.–Л.: Гостехиздат, 1946.
15. Ван-дер-Варден Б. Пробуждающаяся наука. Т. II. Рождение астрономии / Пер. с англ. М.: Наука, 1991.
16. Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки истории астрономии в России. М.: Гостехиздат, 1956.
17. Еремеева А.И., Цицин Ф.А. История астрономии. (Основные этапы развития астрономической картины мира). М.: Изд-во МГУ, 1989.
18. Идлис Г. М. Революции в астрономии, физике и космологии. М.: Наука, 1985.
19. Нейгебауэр О. Точные науки в древности. М.: Наука, 1968.
20. Паннекук А. История астрономии. М.: Наука, 1966.
21. Рожанский И. Д. Античная наука. М.: Наука, 1980.
22. Струве О., Зебергс В. Астрономия XX века. М.: Мир, 1968.
23. Всеобщая история химии. Возникновение и развитие химии с древнейших времён до XVII в. Отв. Ред. Ю. И. Соловьев. М.: Наука, 1980. 399 с.
24. Всеобщая история химии. Становление химии как науки. Отв. Ред. Ю. И. Соловьев. М.: Наука, 1983. 463 с.
25. Всеобщая история химии. История учения о химическом процессе. Отв. Ред. Ю. И. Соловьев. М.: Наука, 1981. 447 с.

26. Фигуровский Н. А. Очерк общей истории химии Ч. 1. М.: 1969. 455 с. Ч. 2. 1979. 477 с.
27. Кузнецов В. И. Диалектика развития химии. От истории к теории развития химии. М.: 1973. 327 с.
28. Кузнецов В.И. Эволюция представлений об основных законах химии. 1967. 316 с.
29. Блох М. А. Биографический справочник. Выдающиеся химики и ученые XIX и XX столетий, работавшие в смежных с химией областях. Т. 1. 372 с., Т. 2. 313 с. Л.
30. Блох М. А. Хронология важнейших событий в области химии и смежных дисциплин и библиографии по истории химии. Л., М.: 1940. 754 с.
31. Быков Г. В. История электронных теорий органической химии. М.: 1963. 423 с.
32. Кедров Б.М. Три аспекта атомистики. М., 1969. Кн. 1. 293 с., Кн. 2. 313 с. Кн. 3. 307 с.
33. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: ИЛ. 1963.
34. История математики с древнейших времен до начала XIX столетия. Под ред. А. П. Юшкевича. Т. 1-3. М.: Наука. 1970-1972.
35. История отечественной математики. Под ред. И. З. Штокало. Т. 1-4. Киев: Наукова Думка. 1966-1970.
36. Колмогоров А. Н. Математика // Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд. 1954. Т. 26. С. 464-483.
37. Математика XIX века. Математическая логика. Алгебра. Теория чисел. Теория вероятностей. Под ред. А. Н. Колмогорова и А. П. Юшкевича. М.: Наука. 1978.
38. Математика XIX века. Геометрия. Теория аналитических функций. Под ред. А. Н. Колмогорова и А. П. Юшкевича. М.: Наука. 1981.
39. Математика XIX века. Чебышевское направление в теории функций. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Вариационное исчисление. Теория конечных разностей. Под ред. А. Н. Колмогорова и А. П. Юшкевича. М.: Наука. 1987.
40. Очерки по истории математики. Под ред. Б. В. Гнеденко. М.: Изд-во МГУ. 1997.
41. Рыбников К. А. История математики. М.: Изд-во МГУ. 1994. (В последние годы в виде отдельных брошюр изданных МГУ появились дополнительные главы к книге, затрагивающие развитие ряда математических дисциплин в XX веке.)
42. Юшкевич А. П. История математики в России до 1917 года. М.: Наука. 1968.

### **Порядок проведения экзамена по общенаучной дисциплине «История и философия науки»**

Экзамен проводится по билетам. Экзаменационный билет содержит два вопроса. Первый вопрос касается общей части истории и философии науки. Первый вопрос оценивается, исходя из 50 баллов. Второй вопрос касается истории и философии социально-гуманитарных наук. Второй вопрос оценивается, исходя из 50 баллов.

Экзамен считается сданным, если средняя сумма баллов по всем вопросам, включая реферат, составляет не менее 50 баллов (по 100 балльной шкале).

Экзамен засчитывается на пороговом уровне, если набранная сумма составляет от 50 до 72 баллов. Экзамен засчитывается на базовом уровне, если набранная сумма составляет от 73 до 86 баллов. Экзамен засчитывается на продвинутом уровне, если набранная сумма составляет от 87 до 100 баллов.

## Форма экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра философии

Кандидатский экзамен по истории и философии науки

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Вопрос из общей части истории и философии науки
2. Вопрос из истории и философии гуманитарных наук

Составитель

В.В. Крюков

Заведующий кафедрой

В.В. Крюков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### Общие критерии оценивания знаний

Оценка «отлично» на продвинутом уровне выставляется в случае, если:

1. Аспирант демонстрирует профессиональное владение навыками аналитического мышления, четко выделяет исследуемый объект и способен самостоятельно поставить проблему.
2. Имеется комплексное видение проблемы. Аспирант свободно ориентируется в теме и демонстрирует междисциплинарные связи.
3. Демонстрируется творческий подход к вопросу. Способ рассмотрения вопроса и предложенное решение являются в достаточной мере самостоятельными и оригинальными.

Оценка «хорошо» на базовом уровне выставляется в случае, если:

1. Аспирант демонстрирует достаточную степень владения навыками аналитического мышления, способен выделить исследуемый объект и сформулировать проблему.
2. Продемонстрирована компетентность в исследуемом вопросе. Аспирант осведомлен об основных подходах в рассмотрении проблемы.
3. Продемонстрирована логическая культура мышления. Ответ последовательный и упорядоченный. Изложение фактического материала аргументировано.
4. Даны правильные, но не полные ответы на вопросы итогового контрольного задания.

Оценка «удовлетворительно» на пороговом уровне выставляется в случае, если:

1. Аспирант демонстрирует владение необходимыми навыками аналитического мышления, не в полной мере выделяет исследуемый объект и недостаточно точно представляет проблему.
2. Аспирант имеет несистематическое представление об основных подходах в рассмотрении проблемы.
3. Ответ в достаточной мере последовательный. Фактический материал излагается неполно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если:

1. Аспирант не демонстрирует владение необходимыми навыками аналитического мышления, не в достаточной степени выделяет исследуемый объект и не имеет представления о проблеме.
2. Аспирант не ориентируется в подходах в рассмотрении проблемы.
3. Ответ является непоследовательным. Фактический материал излагается с грубыми ошибками.

### **Список экзаменационных вопросов**

1. Предмет и основные концепции современной философии науки.
2. Логико-эпистемологический подход к исследованию науки.
3. Социологический и культурологический подходы к исследованию развитию науки.
4. Наука в культуре современной цивилизации.
5. Функции науки в жизни общества.
6. Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции.
7. Культура античного полиса и становление первых форм теоретической науки.
8. Западная и восточная средневековая наука.
9. Становление опытной науки в новоевропейской культуре.
10. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы. Г. Галилей, Френсис Бэкон, Р. Декарт.
11. Логико-эпистемологический подход к исследованию науки.
12. Социологический и культурологический подходы к исследованию развитию науки.
13. Наука в культуре современной цивилизации.
14. Функции науки в жизни общества.
15. Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции.
16. Культура античного полиса и становление первых форм теоретической науки.
17. Западная и восточная средневековая наука.
18. Становление опытной науки в новоевропейской культуре.
19. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы. Г. Галилей, Френсис Бэкон, Р. Декарт.
20. Мировоззренческая роль науки в новоевропейской культуре.
21. Формирование науки как профессиональной деятельности.
22. Структура научного знания. Эмпирический и теоретический уровни, критерии их различия. Особенности эмпирического и теоретического языка науки.
23. Ограниченность гипотетико-дедуктивной концепции теоретических знаний. Роль конструктивных методов в дедуктивном развертывании теории.
24. Научная картина мира. Исторические формы научной картины мира.
25. Операциональные основания научной картины мира. Отношение онтологических постулатов науки к мировоззренческим доминантам культуры.
26. Философские основания науки. Роль философских идей и принципов в обосновании научного знания.
27. Динамика науки как процесс порождения нового знания. Историческая изменчивость механизмов порождения научного знания.
28. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования. Механизмы развития научных понятий.
29. Проблема включения новых теоретических представлений в культуру.
30. Типы научной рациональности.
31. Научные революции как перестройка оснований науки. Проблемы типологии научных революций.
32. Прогностическая роль философского знания. Философия как генерация категориальных структур, необходимых для освоения новых типов системных объектов.

33. Особенности современного этапа развития науки. Главные характеристики современной, постнеклассической, науки.
34. Современные процессы дифференциации и интеграции наук. Связь дисциплинарных и проблемно-ориентированных исследований
35. Роль нелинейной динамики и синергетики в развитии современных представлений об исторически развивающихся системах.
36. Глобальный эволюционизм и современная научная картина мира.
37. Расширение этоса науки. Новые этические проблемы науки в конце XX столетия.
38. Философия русского космизма и учение В.И. Вернадского о биосфере, техносфере и ноосфере.
39. Сциентизм и антисциентизм.
40. Наука и паранаука
41. Наука как социальный институт.
42. Научные сообщества и их исторические типы.
43. Физика как фундамент естествознания. Онтологические, эпистемологические и методологические основания фундаментальности физики.
44. Связь проблемы фундаментальности физики с оппозицией редукционизм и антиредукционизм. Анализ различных трактовок редукционизма.
45. Физика и синтез естественно-научного и гуманитарного знания. Роль синергетики в этом синтезе.
46. Понятие онтологии физического знания. Онтологический статус физической картины мира. Эволюция физической картины мира и изменение онтологии физического знания. Механическая, электромагнитная и современная квантово-релятивистская картины мира как этапы развития физического познания.
47. Частицы и поля как фундаментальные абстракции современной физической картины мира и проблема их онтологического статуса. Онтологический статус виртуальных частиц. Проблемы классификации фундаментальных частиц. Стандартная модель фундаментальных частиц и взаимодействий и ее концептуальные трудности.
48. Проблема пространства и времени в классической механике.
49. Специальная и общая теории относительности (СТО и ОТО) А. Эйнштейна как современные концепции пространства и времени.
50. Субстанциальная и реляционная концепции пространства и времени.
51. Понятие калибровочных полей. Интерпретация взаимодействий в рамках теории калибровочных полей.
52. Концепция детерминизма и ее роль в физическом познании. Детерминизм и причинность. Дискуссии в философии науки по поводу характера причинных связей.
53. Причинность и целесообразность. Телеология и телеономизм. Причинное и функциональное объяснение.
54. Концепция однозначного (жесткого) детерминизма и концепция вероятностной причинности.
55. Изменение представлений о характере физических законов в связи с концепцией “Большого взрыва” в космологии и с формированием синергетики. Причинность в открытых неравновесных динамических системах.
56. Системные идеи в физике. Представление о физических объектах как системах. Три типа систем: простые механические системы; системы с обратной связью; системы с саморазвитием (самоорганизующиеся системы).
57. Противоречие между классической термодинамикой и эволюционной биологией и концепция самоорганизации. Термодинамика открытых неравновесных систем И. Пригожина.
58. Квантовая механика и постмодернистское отрицание истины в науке. Неоднозначность термина “объективность” знания.

59. Роль социальных факторов в достижении истинного знания. Критическая традиция в научном сообществе и условие достижения объективно истинного знания (К.Поппер).
60. Роль математики в развитии физики. Математика как язык физики.
61. Современная революция в средствах и методах эмпирического исследования Вселенной.
62. Становление неклассических и постнеклассических оснований изучения Вселенной.
63. Нестационарность - важнейшая черта эволюционных процессов во Вселенной. Понятие эволюции в астрофизике. Теории расширяющейся Вселенной А. А. Фридмана, теории горячей Вселенной Г. А. Гамова, инфляционной космологии, других космологических теорий.
64. Термодинамический парадокс в космологии. Самоорганизующаяся Вселенная. Мировоззренческие дискуссии вокруг эволюционных проблем в современной космологии.
65. Научное и мировоззренческое значение коперниканской революции в астрономии. Проблема эквивалентности систем Птолемея и Коперника с точки зрения общей теории относительности: физический и философский аспекты.
66. Философские аспекты проблемы жизни и разума во Вселенной. Проблема SETI (поиск внеземных цивилизаций) как междисциплинарное направление научного поиска.
67. Антропный принцип (слабый, сильный, участия, финалистский) и принцип целесообразности в космологии.
68. Учение об элементах как исторически первый тип концептуальных систем, явившийся теоретической основой объяснения свойств и отличительных признаков веществ.
69. Структурная химия как теоретическое объяснение *динамической* характеристики вещества - его реакционной способности.
70. Кинетические теории как теории химического процесса, поставившие на повестку дня исследование организации химических систем (их механизм, кинетические факторы, “кибернетику”).
71. Тенденция физикализации химии. Три этапа физикализации: 1) проникновение физических идей в химию, 2) построение физических и физико-химических теорий; 3) редукция фундаментальных разделов химии к физике. Редукция теории химической связи к квантовой механике. Редукция и редукционизм в химии.
72. Приближенные методы в химии. Проблема смысла и значения приближенных методов как одна из центральных для философии химии.
73. Взгляды на предмет математики. Синтаксический, семантический и прагматический аспекты в истолковании предмета математики.
74. Нормы и идеалы математической деятельности. Специфика методов математики.
75. Логика как метод математики и как математическая теория. Современные представления о соотношении индукции и дедукции в математике.
76. Групповая классификация геометрических теорий (программа Ф.Клейна). Структурное и функциональное единство математики.
77. Фундаменталистская и нефундаменталистская (социокультурная) философия математики.
78. Пифагореизм как первая философия математики. Число как причина вещей, как основа вещей и как способ их понимания. Критика пифагореизма Аристотелем.
79. Эмпирическая концепция математических понятий у Аристотеля. Первичность вещей перед числами.
80. Обоснование эмпирического взгляда на математику у Бекона и Ньютона. Математический эмпиризм XVII-XIX вв. Эмпиризм в философии математики XIX столе-

- тия (Дж.Ст.Милль, Г.Гельмгольц, М.Паш). Современные концепции эмпиризма: натурализм Н.Гудмена, эмпирицизм И.Лакатоса, натурализм Ф.Китчера. Недостатки эмпирического обоснования математики.
81. Философские предпосылки априоризма. Установки априоризма. Умозрительный характер математических истин. Априоризм Лейбница. Обоснование аналитичности математики у Лейбница. Понимание математики как априорного синтетического знания у Канта. Гуссерлевский вариант априоризма.
  82. Философско-методологические и исторические проблемы математизации науки.
  83. Физические знания в Античности. От натурфилософии к статике Архимеда и геоцентрической системе Птолемея.
  84. Физика Средних веков (XI–XIV вв.).
  85. Физика в эпоху Возрождения и коперниканская революция в астрономии (XV – XVI вв.).
  86. Научная революция XVII в. и её вершина – классическая механика Ньютона.
  87. Начало формирования классической физики на основе точного эксперимента, феноменологического подхода и математического анализа (1800–1820-е гг.).
  88. Единая полевая теория электричества, магнетизма и света: от М. Фарадея к Дж. К. Максвеллу (1830–1860-е гг.).
  89. Физика тепловых явлений. Закон сохранения энергии и основы термодинамики (1840–1860-е гг.). Кинетическая теория газов и статистическая механика (1850–1900-е гг.).
  90. Экспериментальный прорыв в микромир; кризис классической физики; электромагнитно-полевая картина мира.
  91. Квантовая теория излучения М. Планка. Световые кванты А. Эйнштейна (1900-е гг.).
  92. Специальная теория относительности (1900-е гг.).
  93. Общая теория относительности. Релятивистская космология. Проекты геометрического полевого синтеза физики (1910–1920-е гг.).
  94. Квантовая теория атома водорода Н. Бора и её обобщение (1910–1920-е гг.).
  95. Квантовая механика (1925–1930-е гг.).
  96. Физика атомного ядра и элементарных частиц (от нейтрона до мезонов). Космические лучи и ускорители заряженных частиц (1930–1940-е гг.).
  97. Ядерное оружие и ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.
  98. Физика высоких энергий: на пути к стандартной модели.
  99. Астрономия и космология Древнего мира.
  100. Астрономия и астрономическая картина мира в Средние века. Наука под властью монотеистических и централизованных религий.
  101. Астрономия и космология эпохи Возрождения (XVI – XVII вв.). От Коперника до Ньютона.
  102. Первый этап и результаты развития телескопической астрономии — эпоха рефракторов (XVII–XVIII вв.)
  103. Развитие астрономической картины мира на основе многоаспектной физики и технического прогресса XIX–XX вв.
  104. Обобщенное представление о развитии химии.
  105. Особенности и основные направления развития химии XX в.
  106. Математика Древнего мира.
  107. Математика Средних веков и эпохи Возрождения.
  108. Математика Нового Времени.
  109. Период современной математики.
  110. Математика в России и в СССР.