



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

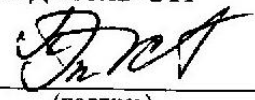
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись) Т.П. Кустова

« 01 » 09 20 23 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Динамическая биохимия

Уровень высшего образования:	магистратура
Квалификация выпускника:	магистр
Направление подготовки:	04.04.01 Химия
Направленность (профиль) образовательной программы:	Инноватика в химии и химическом образовании



## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамическая биохимия» является изучение закономерностей химических превращений, протекающих в живых организмах в процессе их жизнедеятельности для подготовки магистров для химического образования, химических наук, химической отрасли промышленности и сферы наукоемких технологий, а также осуществление практической подготовки обучающихся посредством выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина "Динамическая биохимия" относится к обязательной части образовательной программы и базируется на результатах изучения дисциплин: "Химические основы биологических процессов" (бакалавриат), "Гетероциклические и полиароматические органические соединения" (1 семестр).

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- структуру основных классов природных органических соединений;
- взаимосвязь между строением органических соединений и их химическими свойствами;
- биологическую роль важнейших природных соединений: белков/ферментов, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов;
- основы энергетики химических реакций;

Уметь:

- применять общие представления об энергетике и направленности химических реакций для решения учебных задач;
- проводить анализ химических свойств на основе знания структуры органических молекул.

Иметь практический опыт/иметь навыки:

- выполнения лабораторного эксперимента по органической химии и биохимии;
- статистической обработки результатов эксперимента.

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо для успешного прохождения производственной практики, преддипломной и производственной практики, научно-исследовательской работы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональные (ОПК):

способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения (ОПК-1)

способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2)

в) профессиональные (ПК):

способен выявлять актуальные научные проблемы в химии, в том числе находящиеся на стыке различных областей наук и разрабатывать подходы к их решению (ПК-3).



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- химические основы обменных процессов, протекающих в живой природе с участием белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и липидов (ОПК-3, ПК-3);
- основные принципы взаимосвязи и регуляции обмена веществ в живых организмах (ОПК-3, ПК-3);
- основы водного и минерального обмена (ОПК-3);
- современные теории биологического окисления, особенности структуры посредников окислительно-восстановительных процессов в живой природе (ОПК-3);
- локализацию метаболических путей в органоидах клеток эукариот, а также в отдельных органах и тканях организма человека (ОПК-3);
- особенности структуры и механизм действия гормонов (ОПК-3);
- основные этапы развития биологической химии как самостоятельной химической дисциплины (ОПК-3);
- основные закономерности развития современной биохимии (ОПК-1);
- фундаментальные химические понятия в области динамической биохимии (ОПК-3);

Уметь:

- применять знание основных физических и химических законов при объяснении механизмов жизнедеятельности (ОПК-3);
- воспроизводить химические реакции, лежащие в основе обмена биополимеров и составляющих их мономеров (ОПК-1);
- применять знания закономерностей химических процессов в живой природе в профессиональной деятельности (ПК-3);

Иметь опыт:

- применения методик качественного и количественного анализа основных продуктов метаболизма живых организмов (ОПК-1);
- работы на серийном оборудовании, используемом в практике анализа природных объектов (ОПК-1).

### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов), в т.ч. практическая подготовка (ПП) – 12 академических часов в очной форме.

#### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем		Формы текущего контроля успеваемости
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Предмет динамической биохимии, ее место в системе естественных наук. Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме.	3	2		Экспресс-опрос



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

	Обмен веществ как закономерный, самосовершающийся процесс превращения материи в живых телах. Анаболизм и катаболизм. Энергетика обмена веществ.				
2.	Обмен белков как ядро клеточного метаболизма. Превращения белков в процессе пищеварения. Пути распада белков. Превращения аминокислот. Пути и механизмы природного синтеза белков.	3	2	4 лабор. занятие (ПП)	Отчет по лабораторной работе
3.	Обмен нуклеиновых кислот. Пути распада, ферменты, обеспечивающие распад полинуклеотидов. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Матричный синтез ДНК и РНК.	3	2		Контрольная работа
4.	Обмен углеводов. Превращения углеводов в процессе пищеварения. Распад углеводов. Превращения моносахаридов. Обмен пировиноградной кислоты в ходе анаэробного и аэробного распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз. Цикл Кребса. C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> и C <sub>4</sub> -пути синтеза углеводов.	3	2	4 лабор. занятие (ПП)	Контрольная работа Отчет по лабораторной работе
5.	Обмен липидов. Превращения липидов в процессе пищеварения. Распад жирных кислот, жиров, стероидов, глико- и фосфолипидов. Пути синтеза основных классов липидов. Биологическое окисление. Гормоны. Механизм действия гормонов.	3	2		Экспресс-опрос
6.	Водный и минеральный обмен. Уровни обмена веществ. Ключевые метаболиты. Взаимосвязь и регуляция обмена веществ. Локализация метаболических путей в основных компартментах клеток эукариот, в отдельных органах и тканях человека.	3	2	4 лабор. занятие (ПП)	Контрольная работа Отчет по лабораторной работе
Итого:			12	12	Экзамен

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

**Раздел 1.** Предмет биохимии, ее место в системе естественных наук. Статическая, динамическая и функциональная биохимия. Общая биохимия, ее предмет и задачи. Характеристика разделов биохимической науки: биохимии животных, растений и



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

микроорганизмов, медицинской и ветеринарной биохимии, технической биохимии, сравнительной биохимии, квантовой биохимии, биохимической генетики, молекулярной биологии и др.

Общее понятие об обмене веществ и энергии в организме. Современные представления о сущности жизни. Характеристика сущности явления жизни с позиции молекулярной биологии, квантовой биохимии, кибернетики, термодинамики, генетики и т.п. Жизнь как биологическая форма движения материи. Обмен веществ и энергии - неотъемлемое свойство живого.

Обмен веществ как закономерный, самосовершающийся процесс превращения материи в живых телах. Анаболизм и катаболизм.

Масштабы обмена веществ на Земле. Биосфера и её геохимическая роль. Работы А.А.Вернадского.

Энергетика обмена веществ. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Различия в понятиях "энергия связи" и "макроэргическая связь". Важнейшие представители макроэргических соединений: глюкозо-1-фосфат, АТФ, сахароза, ацетил-коэнзим А и др. Особая роль атомов Р и S в образовании макроэргических связей. АТФ как аккумулятор, трансформатор и проводник энергии в процессе ее запасаения и расходования в организме.

**Раздел 2.** Обмен белков и нуклеиновых кислот как ядро клеточного метаболизма. Пути распада белков. Гидролиз белков, ферменты, обеспечивающие гидролиз белков до пептидов и аминокислот.

Превращения аминокислот (реакции по аминогруппе). Превращения аминокислот (реакции по карбоксильной группе). Превращения аминокислот (реакции по R-группе). Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Производство синтетических аминокислот в России. Проблема фиксации молекулярного азота. Проблема искусственной пищи.

Пути и механизмы природного синтеза белков. Матричная теория биосинтеза белков. Код белкового синтеза: история его открытия и современные представления. Бессмысленные кодоны и их значения. Общие представления о нематричных механизмах биосинтеза белков.

**Раздел 3.** Обмен нуклеиновых кислот. Пути распада, ферменты, обеспечивающие распад полинуклеотидов. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Матричный синтез ДНК и РНК.

**Раздел 4.** Углеводы и их обмен. Распад углеводов (гидролиз и фосфоролиз). Превращения моносахаридов. Пути распада глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический). Обмен пировиноградной кислоты (гликолиз, брожение, дыхание). Общая схема распада углеводов.

Биосинтез углеводов. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фотосинтеза и хемосинтеза.

Превращения углеводов в процессе пищеварения.

**Раздел 5.** Липиды и их обмен. Распад жиров и жирных кислот. Распад стероидов. Распад сложных липидов.

Синтез жиров и высших жирных кислот. Синтез стероидов. Синтез фосфолипидов.

Биологическое окисление. Определение понятия "биологическое окисление". История развития представлений о биологическом окислении: теория активирования кислорода К.Шенбайна, перекисная теория А.Н.Баха, работы В.И.Палладина, В.А.Энгельгардта, современные представления о биологическом окислении.

Классификация процессов биологического окисления. Два типа оксидоредуктаз в клетке: а) обеспечивающих дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода и электронов на



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

кислород и другие акцепторы, б) катализирующих реакции непосредственного включения в субстрат кислорода (оксигеназы и гидроксилазы).

Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием. Особенности строения дыхательной цепи у прокариот и эукариот. Современные представления о компонентах дыхательной цепи митохондрий.

Биологическое окисление в процессе эволюции живых организмов.

**Раздел 6.** Гормоны. Определение, классификация, источники, роль гормонов в обмене веществ. Стероидные гормоны (кортикостерон, тестостерон, эстрадиол): структура и функции. Механизм действия стероидных гормонов.

Пептидные гормоны (окситоцин, вазопрессин, инсулин): строение и функции. Механизм действия пептидных гормонов.

Прочие гормоны (адреналин, гормоны щитовидной железы: тироксин и трийодтиронин, простагландины). Нейрогормоны: эндорфины и энкефалины. Применение гормонов.

**Раздел 7.** Водный и минеральный обмен

Содержание и распределение воды в организме и клетке. Состояние воды в тканях. Регуляция водного обмена.

Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структур биополимеров. Ферменты-металлопротеины. Ионы металлов ( $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ), их роль в возникновении фермент-субстратных комплексов. Минеральные соединения и их роль в обмене белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.

Обмен минеральных веществ. Бионеорганическая химия, ее проблемы и перспективы развития.

**Раздел 8.** Взаимосвязь и регуляция обмена веществ

Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме. Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и углеводов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов.

Взаимосвязь белкового и углеводного обмена. Роль пировиноградной кислоты в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Взаимосвязь обмена белков и липидов.

Взаимосвязь обмена углеводов и липидов, роль ацетил-КоА в этом процессе. Обмен веществ как единое целое.

Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе: метаболический, оперонный, клеточный, организменный, популяционный.

## 5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Динамическая биохимия» используются следующие образовательные технологии:

- групповая работа;
- технология проблемного обучения;
- технология учебной дискуссии;
- активные методы и формы обучения, реализуемые в ходе выполнения лабораторного практикума.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения (чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций; использование ЭИОС «Мой университет»); интерактивные информационные технологии (для подготовки к лабораторным и контрольным работам обучающиеся пользуются ЭБС "Университетская библиотека онлайн", а также



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

справочными информационными системами.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов и тем рабочей программы. Самостоятельная работа обучающихся проходит в форме изучения теоретического материала (лекций, рекомендованной литературы, в том числе и самостоятельного поиска материалов в глобальной сети, включая ЭБС). К самостоятельной работе относится также подготовка к практическим занятиям с использованием методических указаний, расположенных в ЭИОС «Мой университет», а также на сайте библиотеки ИвГУ (электронная библиотека): [http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova\\_2014.htm/info](http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova_2014.htm/info)

#### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Текущий контроль качества знаний по дисциплине запланирован в форме 3 письменных контрольных работ и 3 лабораторных работ. По каждой лабораторной работе оформляется отчет. За каждую контрольную работу обучающийся получает максимально 5 баллов.

Допуск к экзамену и зачет получают студенты, написавшие все контрольные работы не менее, чем на 3 балла, выполнившие все лабораторные работы и сдавшие все отчеты.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса и практическое задание, посвященное определению заряда молекулы олигопептида в разных средах, или характера изменения стабильности молекулы пептида при изменении его первичной структуры, либо изображению структуры фрагмента молекулы нуклеиновой кислоты.

Оценка «отлично» за экзаменационный ответ ставится в случае, когда обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы и правильно выполнил практическое задание (допустив не более двух неточностей).

Оценка «хорошо» за экзаменационный ответ ставится в случае, когда обучающийся в целом правильно ответил на теоретические вопросы и правильно выполнил практическое задание (допустив не более трех-пяти неточностей, либо одну существенную ошибку и не более двух неточностей).

Оценка «удовлетворительно» за экзаменационный ответ ставится в случае, когда обучающийся ответил на теоретические вопросы и выполнил практическое задание, допустив две-три существенные ошибки или шесть-восемь неточностей.

Оценка «неудовлетворительно» за экзаменационный ответ ставится в случае, когда обучающийся ответил на теоретические вопросы и выполнил практическое задание, допустив четыре и более существенных ошибки или более девяти неточностей.

#### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Кустова Т.П., Кочетова Л.Б. Практикум по биологической химии. Учебное пособие. Иваново: Изд-во ИвГУ, 2-е изд., испр. и доп., 2010; 3-е изд., испр. и доп., 2014. 108 с. [http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova\\_2014.htm/info](http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova_2014.htm/info)
2. Биологическая химия : учебник / А.Д. Таганович, Э.И. Олецкий, Н.Ю. Коневалова, В.В. Лелевич. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 672 с. - ISBN 978-985-06-2321-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235731>.
3. Шамраев, А.В. Биохимия : учебное пособие / А.В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

- университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 186 с. : ил., схем. - Библиогр.: с 167. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270262>.
4. Барышева, Е. Практические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 217 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259197>.
5. Барышева, Е. Теоретические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 360 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259198>.
6. Кустова, Татьяна Петровна. Практикум по биологической химии : учебное пособие / Т. П. Кустова, Л. Б. Кочетова ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2014. — 107 с. — Печатная версия электронного издания.
7. Кустова, Татьяна Петровна. Основы биологической химии : учебное пособие / Т. П. Кустова ; Иван. гос. ун-т. — Иваново : ИвГУ, 2011. — 185 с. Печатная версия электронного издания.

Дополнительная литература:

1. Грищенко, Т.Н. Нуклеиновые кислоты: учебное пособие / Т.Н. Грищенко, Т.В. Чуйкова, Е.А. Щербакова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. - 90 с. - ISBN 978-5-8353-0903-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232492>.
2. Коваленко, Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ : учебное пособие / Л.В. Коваленко. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 229 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1100-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=221974>.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>
2. Вестник Московского Университета. Серия 2. Химия / под ред. В.В. Лунин - М. : Московский Государственный Университет, 2013. - Т. 54, № 2. - 60 с. - ISSN 0201-7385; 0579-9384 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143887>.
3. Вестник Московского Университета. Серия 16. Биология / под ред. М.П. Кирпичников - М. : Московский Государственный Университет, 2010. - № 4. - 117 с. - ISSN 0201-7385; 0137-0952 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=223698>.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);  
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>  
Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office, интернет-браузер Yandex Browser.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:





Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

---

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (модели, макеты); электронные пособия (презентации), печатные пособия (таблицы, плакаты, схемы).



Основная профессиональная образовательная программа  
04.04.01 Химия  
(Инноватика в химии и химическом образовании)

---

**Автор рабочей программы дисциплины:** директор Института математики, информационных технологий и естественных наук, заведующая кафедрой фундаментальной и прикладной химии, д.х.н., проф. Кустова Т.П.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии 30 августа 2023 г., протокол № 1.

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

(подпись)