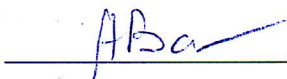


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Институт биомедицинских систем и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИБСиБ


Васин А.В.
« 9 » декабря 2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки / образовательной программе**

12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2023

АННОТАЦИЯ


Программа содержит перечень дисциплин профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров, включенных в программу междисциплинарного экзамена, а также тем (вопросов) для направления **12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»**, в частности образовательной программы **12.04.04_02 «Биофизика»** и **12.04.04_03 «Медицинская биоинженерия»**.

Также программа содержит примеры вопросов на вступительном испытании (экзаменационный лист) в случае проведения, как в очном, так и в дистанционном формате.

Вступительное испытание, оценивается по **100-балльной** шкале и состоит из междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.


Вступительное испытание проводится очно в письменной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний).

Руководитель ОП

 / Орлов Ю.Н./

Составители:

Директор ВШБСиТ

 / Власова О.Л./

Руководитель ОП **12.04.04_02**,

доцент ВШБСиТ

 / Орлов Ю.Н./

Руководитель ОП **12.04.04_03**

доцент ВШБСиТ

 / Большакова А.В./

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом **ИБСиБ** (протокол № 1 от «29» сентября 2023 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1.1. Физика

1.2. Экспериментальные методы исследований

1.3. Молекулярная и клеточная биология, молекулярная генетика

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. «Физика»

Темы (вопросы)

1. *Физические основы механики*

Скорость и ускорение материальной точки. Закон сохранения энергии импульса в механике. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле.

2. *Молекулярная физика, термодинамика,*

Переменные термодинамики. Уравнения состояния идеального и реального газов. Энтропия. Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия. Химический потенциал, константы равновесия. Барьер активации, уравнение Эйринга-Аррениуса. Уравнение диффузии.

3. *Колебания и волны*

Волновые процессы. Основные законы. Уравнение упругой волны. Волновые уравнения. Одномерное и многомерное волновое уравнение. Скорость распространения упругой волны. Эффект Доплера. Распространение колебаний с затуханием. Поток энергии волн. Понятие интенсивности. Гармонические (механические) и затухающие колебания. Вынужденные (механические) колебания, резонанс. Поляризация при отражении и преломлении света. Спонтанное и вынужденное излучение. Формула Планка (плотность излучения при условии термодинамического равновесия).

4 *Электричество и магнетизм*

Электрическое и магнитное поля. Электрическое и магнитное поле системы зарядов. Движение заряда в электромагнитном поле. Энергия электромагнитного поля. Стационарный электрический ток, законы Ома и Джоуля-Ленца.

Электромагнитные волны в вакууме и веществе, закон дисперсии. Поляризация электромагнитной волны, поляризация при отражении и преломлении света.

5. Гидродинамика

Вязкость. Движение вязкой жидкости, поле скоростей. Ньютоновские жидкости. Стационарное движение вязкой жидкости между 2-мя параллельными плоскостями: движущимися относительно друг друга с постоянной скоростью, при наличии продольного градиента давления. Стационарное движение вязкой жидкости в трубе при наличии продольного градиента давления постоянного диаметра с кольцевым постоянным сечением. Стационарное движение вязкой жидкости: между 2-мя коаксиальными цилиндрами с постоянными радиусами (внутренний цилиндр движется с постоянной скоростью вдоль образующей); с постоянной толщиной свободной поверхности над наклонной плоскостью, образующей с горизонтальной поверхностью постоянный угол в поле силы тяжести.

6. Квантовая механика и молекулярная спектроскопия

Квантовомеханическое описание систем. Волновая функция. Оператор Гамильтона. Уравнение Шредингера. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Квантовые свойства электромагнитного излучения, фотоны. Спонтанное и вынужденное излучение. Равновесное излучение, формула Планка. Поглощение. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Усиление света в среде, инверсные среды, лазеры. Модель гармонического и ангармонического осциллятора при колебании молекул. Спектр многоатомной молекулы (электронный, колебательный, вращательный). Диапазоны электромагнитного излучения.

Литература для подготовки:

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики (в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. М.А. Ельяшевич. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 896 с.
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика, т.6, Гидродинамика, 2001. 732 с.

2.2. «Экспериментальные методы биофизических исследований»

Темы (вопросы)

1. Растворы

Растворы, их количественные характеристики: концентрация, ионная сила, рН, коллигативные свойства. Гидрофобность и гидрофильность. Кислотно-основное равновесие, рКа, буферные растворы. Осмос.

2. Электрофоретические методы

Явление электрофореза. Электрофорез в геле. Методы электрофоретического разделения белков и нуклеиновых кислот. Изофокусирование белков.

3. Хроматография

Хроматография: принцип разделения веществ. Типы хроматографии. Хроматограф. Важнейшие хроматографические методы анализа и выделения биомолекул.

4. Седиментация

Уравнение Сведберга, коэффициент седиментации. Ультрацентрифуга. Дифференциальное, зонально-скоростное и равновесное центрифугирование клеточных компонентов.

5. Выделение клеточных компонентов

Стратегия выделения клеточных компонентов, цели и задачи. Классы биомолекул, их физико-химические свойства. Детергенты. Методы осаждения белков. Очистка белков и нуклеиновых кислот

6. Спектральные методы анализа

Общая схема спектрального эксперимента. Спектральные полосы и спектральные линии. Диапазоны электромагнитного излучения. Связь спектральных свойств различных диапазонов с характеристиками биообъектов.

7. Оптическая спектроскопия растворов

Спектр поглощения, оптическая плотность, закон Бера. Хромофоры. Спектрофотометр. Спектрофотометрическое определение концентрации биомолекул. Оптическая активность.

8. Флуоресценция

Явление фотолюминесценции. Количественные характеристики и их измерение. Квантовая модель флуоресценции. Флуоресценция биомолекул. Флуоресцентные метки и зонды. FRET. Флуоресцентная микроскопия.

9. Методы исследования ферментативной активности

Катализ. Ферменты. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Экспериментальное определение параметров. Ингибирование ферментативных реакций.

10. Иммунологические методы

Антитела и антигены, строение молекул IgG, специфичность антител. Получение и использование антител в практической молекулярной биологии.

Иммуноблоттинг.

11. Методы исследования на основе ионизирующего излучения.

Рентгеноструктурный анализ. Метод меченных атомов. Радиоиммунный анализ.

12. Измерения и статистический анализ

Неопределенность в измерении физико-химических величин. Случайные величины, свойства. Параметры. Важнейшие распределения (нормальное, хи-квадрат, Пуассона). Выборки. Точечное и интервальное оценивание параметров. Статистические тесты.

Литература для подготовки:

1. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко — Москва: Высшая школа, 2003.
2. Медицинская биофизика: учебник для вузов/ В.О. Самойлов. – 3-е изд.испр. и доп. – СПб.:СпецЛит.2013 – 591с.
3. Медицинская и биологическая физика: учеб.для вузов/А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – М.: Дрофа.2008. – 558 с.
4. Биофизика / Волькенштейн М.В. — М. ; Краснодар : Лань, 2008
5. Биофизическая химия: в 3-х т. :пер. с англ./ Ч. Кантор, П. Шиммел. Т. 1 – М: Мир, 1984.
6. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие). / Остерман Л. А. М.: Наука, 1981.
7. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.

2.2 «Молекулярная и клеточная биология, молекулярная генетика»

Темы (вопросы)

1. *Основы цитологии*

Уровни организации и свойства живых систем. Общее строение клетки, как структурно функциональной единицы жизни. Особенности морфологии и жизненного цикла прокариот и эукариот. Особенности организации и функционирования клеточного ядра. Митохондрии принципы функционирования, гипотезы происхождения, принципы функционирования и роль в жизненном цикле. Одномембранные компартменты эукариотической клетки, строение и функции. Особенности организации и функционирования рибосом в эукариотических и прокариотических клетках. Биогенез клеточных органоидов и его регуляция. Роль цитозоля и цитоскелета в жизненном цикле клеток и поддержании гомеостаза. Способы размножения организмов. Сущность, механизм и биологическое значение митоза и мейоза. Внутриклеточный и межклеточный транспорт веществ. Вирусы и бактериофаги.

2. *Организация и функционирование ядра. Деление клеток*

Хромосомы. Деление клеток. Клеточный цикл. Периоды клеточного цикла. Закономерности репликации. Митоз. Мейоз как основа полового процесса.

3. *Биохимические основы биологических явлений. Строительный материал всего живого.*

Белки, их биологическая роль и физико-химические свойства, классификация. Структура и Домены. Аминокислоты, свойства и классификация, способы связи аминокислот в белках. Обмен веществ в клетке. Общие сведения о кинетике ферментативных процессов. Макроэргические соединения. Углеводы, их биологическая роль и физико-химические свойства, классификация и номенклатура. Гликопротеины и гликолипиды. Липиды, их биологическая роль и физико-химические свойства, классификация и распространение в природе. Жирные кислоты, их роль в обменных процессах клетки. Строение мембран и особенности их организации в зависимости от состава компонентов.

4. *Молекулярные основы наследственности*

Теория наследственности. Законы наследования их молекулярная основа. Основные структурные элементы ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Модель Уотсона-Крика, формы ДНК, топоизомеры ДНК. Суперспирализация и ее значение.

5. *Организация генов и геномов*

Понятия гена и генома. Гены в популяциях. Экспрессия гена. Особенности строения и экспрессии генов прокариот и эукариот. Модельные объекты молекулярной генетики.

6. *Горизонтальный перенос генетической информации*

Плазмиды и бактериофаги. Пол и конъюгация у бактерий. Стадии процесса конъюгации. Трансформация. Молекулярные механизмы трансдукции. Трансдуцирующие фаги. Картирование хромосом бактерий с использованием конъюгации, трансдукции и трансформации. Генетическая карта *E. coli*. Мобильные генетические элементы. ГПГ у эукариот.

7. Транскрипция

Обобщенная структура прокариотического гена. Стадии транскрипции, РНК-полимераза, ее строение и функции. Инициация транскрипции, промотор, механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Терминация и анти-терминация транскрипции. Процессинг мРНК эукариот.

8. Трансляция, генетический код

Рибосомы, состав и функции. Инициация трансляции у прокариот. тРНК и рРНК, кодирующие их гены. Генетический код. Иницирующие и терминирующие кодоны, рамки считывания, открытые и закрытые рамки. Аминоацилирование тРНК, точность и затраты энергии при синтезе белка.

9. Репликация

Механизм репликации ДНК, матричный синтез. Понятие репликона, репликационная вилка. Механизмы репликации хромосом прокариот, плазмид. Ферменты, участвующие в репликации. Точность репликации. Проблема недорепликации линейных ДНК.

10. Мутагенез и репарация

Мутации, классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Механизмы действия мутагенов (УФ, радиация, аналоги оснований, алкилирующие агенты). Система репарации, ее ветви (прямая, эксцизионная, пострепликативная; коррекция неспаренных оснований). SOS-ответ.

11. Регуляция экспрессии генов

Уровни экспрессии гена. Классическая схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов (лактозный оперон). Репрессоры и активаторы. Катаболитная репрессия.

12. Рекомбинация

Явление генетической рекомбинации, ее типы. Молекулярный механизм рекомбинации. Общая (гомологичная) рекомбинация. Гетеродуплексы. Структуры Холлидея. Генная конверсия. Сайт-специфическая рекомбинация. Роль рекомбинации в эволюции.

13. Метод рекомбинантных ДНК

Генетические векторы. Ферменты генетической инженерии. Молекулярное

клонирование. Полимеразная цепная реакция, ПЦР в режиме реального времени. Секвенирование ДНК. Векторы для клонирования. Получение рекомбинантных белков.

Литература для подготовки:


1. Альбертс Б. и др. *Молекулярная биология клетки*. Втор. изд. Т.Т. 1-3. М.:Мир, 1994.
2. *Клетки*. Под ред. Б.Льюина и др. М.: Изд-во Бином, 2011.
3. Коряков Д.Е., Жимулёв И.Ф. *Хромосомы. Структура и функции*. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.
4. Фаллер Дж.М., Шилдс Д. *Молекулярная биология клетки*. М.:Изд-во Бином, 2003.
5. Ченцов Ю.С. *Общая клеточная биология*. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004
6. Айала Ф., Кайгер Дж. *Современная генетика*. Том 3. М.: Мир. 1988.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт биомедицинских систем и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШБСиТ

 О.Л. Власова
« 2 » октября 2023 г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по направлению подготовки/ образовательной программе:

12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Примеры вопросов

1. Физика

Самопроизвольность протекания процессов при постоянных температуре и давлении однозначно определяется изменением... (выберите правильный ответ)

- a) свободной энергии Гиббса
- b) внутренней энергии
- c) энтропии
- d) потенциала Гельмгольца

2. Экспериментальные методы

Какой заряд несут молекулы нуклеиновых кислот (НК) в нормальных биохимических условиях?

- a) положительный
- b) слабый отрицательный, близкий к нулю
- c) сильный отрицательный
- d) заряд зависит от последовательности Н К

3. Молекулярная и клеточная биология

Какой из процессов используется для получения новых копий генома клетки или вируса?

- a) рекомбинация
- b) репликация
- c) транскрипция
- d) трансляция