

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 19.02.2025 14:49:54  
Уникальный программный ключ:  
528682d786671e566ab07f01641e2172f735a12

Приложение 4 к приказу № 90-ОД  
от 31.01.2025 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный университет генетики,  
биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник ОПНПК  
*[Signature]* / Гераскина А.А./  
« 3 » февраля 2025 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор  
*[Signature]* / Соловьев Д.А./  
« 3 » февраля 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Научная специальность	<b>1.5.2 Биофизика</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

Саратов 2025

## **1. Общие положения**

**Прием в аспирантуру производится в соответствии с нормативными актами:**

-Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273·ФЗ (в последней редакции);

-Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122;

-Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 6 августа 2021 г. № 721;

-Паспорт научной специальности 1.5.2 Биофизика;

**Локальные нормативные акты университета:**

-Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 ноября 2024 г. № 746 (в последней редакции);

-Лицензия на осуществление образовательной деятельности, в том числе по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре;

- Положение об отделе подготовки научно-педагогических кадров;

-Правила приема в ФГБОУ ВО Вавиловский университет на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2025/26 учебный год;

-Порядок проведения вступительных испытаний (комплексного экзамена) для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

-Положение об экзаменационной комиссии по приему вступительных испытаний для приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО Вавиловский университет;

-Порядок подачи и рассмотрения апелляций по результатам вступительных испытаний в ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

## **2. Требования к поступающим в аспирантуру**

К освоению программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

### **3. Вопросы к вступительному экзамену**

1. Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.
2. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем.
3. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов.
4. Линейные и нелинейные процессы. Биофизические методы исследования. Техническая биофизика. Моделирование физиологических функций человека и животных. Создание искусственных органов и протезов.
5. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов.
6. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип “узкого места” в биологических системах.
7. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.
8. Способы математического описания пространственно неоднородных систем.
9. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.
10. Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления.
11. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры.
12. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.
13. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физических механизмах ферментативного катализа.
14. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности.
15. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.
16. Применение метода графов для исследования стационарной кинетики ферментативных реакций.
17. Общие принципы анализа более сложных ферментативных реакций.
18. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.
19. Классификация термодинамических систем. Первый и второй

законы термодинамики в биологии.

20. Теплоемкость и сжимаемость белковых глобул. Расчеты энергетических эффектов реакций в биологических системах.

21. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов.

22. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина.

23. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.

24. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций.

25. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах.

26. Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера.

27. Термодинамика транспортных процессов. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии.

28. Теорема Пригожина.

29. Применение линейной термодинамики в биологии.

30. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах.

31. Нелинейная термодинамика.

32. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.

33. Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров.

34. Статистический характер конформации биополимеров.

35. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул.

36. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров.

37. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

38. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.

39. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка.

40. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.

41. Динамическая структура олиго пептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность.

42. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный

обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики. Карты уровней свободной энергии пептидов.

43. Результаты исследования конформационной подвижности. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках.

44. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами.

45. Динамика электронно-конформационных переходов.

46. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.

47. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний.  $\pi$ -электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции.

48. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность.

49. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект. Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.

50. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Образование многоцентровой активной конфигурации.

51. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.

52. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

53. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

54. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды.

Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.

55. Проницаемость мембран для воды. Осмос. Капиллярное поднятие воды в растениях. Течение воды в капиллярах. Водный потенциал и его компоненты. Гидравлическая проводимость, коэффициенты отражения. Измерения внутриклеточного давления в гидростатических и осмотических опытах. Определение механических свойств и водной проницаемости клеток. Аномальный осмос. Аквапорины. Электроосмос, электрофорез и электрокинетические явления.

56. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана\*раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга).

57. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.

58. Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизированное состояние мембран; роль векторной  $H^+$ -АТФазы.

59. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

60. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом-ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.

#### **4.Список рекомендуемой литературы**

1. Джаксон, М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / М.Б. Джаксон. – М. Бином, 2015. -551 с.
2. Рубин, А.Б. Биофизика / А.Б. Рубин. – М.: КноРус, 2018. -63 с.
3. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. "Основы молекулярной биологии клетки" из-во Лаборатория знаний, 2018. ISBN 978-5-00101-087-6.
4. В. Г. Артюхов, Т. А. Ковалева, М. А. Наквасина [и др.] Биофизика :

учебник для вузов / под редакцией В. Г. Артюхова. Биофизика, 2022-02-01. Москва : Академический проект, 2020. 295 с. ISBN 978-5-8291-3027-5. 2. Биофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. 67 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/177616>. 3. Волькенштейн М. В.

5. Волькенштейн М. В. Биофизика [Электронный ресурс] / 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 608 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/168433>.

6. Васильев А.А. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания: Учебное пособие для вузов / Васильев А. А. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2022. 189 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/492137>.

*Рассмотрено и одобрено на заседании  
ученого совета ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
от 29.01.2025 г (протокол №4)*