

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
 государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет  
 Кафедра биомедицинской физики



Согласовано  
 Декан ФФ  
 Бондарь А.Е.

подпись  
 «04» 10

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ  
 «Биофизика»**

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Биофизика**

Форма обучения: **очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
2	360	50	32		54	184	32	2	2	2	2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 144 часа - в интерактивных формах 86 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

Заведующий кафедрой БМФ ФФ

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м. н., проф. Цыбуля С.В.

Новосибирск, 2020

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Аннотация к рабочей программе модуля «Биофизика» .....	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Проблемы биологической физики .....	5
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Молекулярная биокинетика.....	18
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Методы анализа физических измерений .....	34
КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН Модуль «Биофизика».....	49

**Аннотация**  
**к рабочей программе модуля «Биофизика»**  
**Направление: 03.06.01 Физика и астрономия**  
**Направленность (профиль): Биофизика**

Рабочая программа по модулю «Биофизика» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и предназначена для аспирантов, обучающихся по профилю «Биофизика». Модуль включает в себя рабочие программы дисциплин «Проблемы биологической физики», «Молекулярная биокинетика» и «Методы анализа физических измерений», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Биофизика», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Биофизика».

Основная цель входящих в состав модуля дисциплин познакомить аспирантов с последними новейшими научными достижениями в области биологической физики и дать возможность получить практические навыки решения задач современной биофизики.

Модуль направлен на формирование у обучающегося универсальных компетенций УК-1 и УК-5, а также общепрофессиональной компетенции ОПК-1 и профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

**Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Модуль «Биофизика» реализуется во втором семестре (первый курс аспирантуры).

Преподавание дисциплин предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции и практические занятия с привлечением ведущих ученых, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся.

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация по дисциплинам – зачет и дифференцированный зачет, по всему модулю – кандидатский экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы модуля составляет **360** академических часов / **10** зачетных единиц, в том числе:

1. Проблемы биологической физики - 216 часов/6 зачетных единиц.
  - 2.1 Молекулярная биокинетика - 108 часов/3 зачетных единицы.
  - 2.2 Методы анализа физических измерений - 108 часов/3 зачетных единицы.
3. Кандидатский экзамен – 36 часов/1 зачетная единица.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

---

Кафедра биомедицинской физики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проблемы биологической физики

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Биофизика**

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев

к.ф.-м.н., ст.преп. А. В. Чернышев

Заведующий кафедрой БМФ ФФ

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев



Новосибирск, 2020

## Оглавление

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Проблемы биологической физики».....	7
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	9
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	10
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося.....	10
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	11
5. Перечень учебной литературы.....	12
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.....	12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	14

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Проблемы биологической физики»**  
**Направление: 03.06.01 Физика и астрономия**  
**Направленность (профиль): Биофизика**

Дисциплина «Проблемы биологической физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Проблемы биологической физики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Биофизика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном

мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, дифференцированный зачет.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единиц (216 часов).



**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
<b>УК-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.</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проблемы биологической физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума, для аспирантов, обучающихся по направленности (профилю) подготовки «Биофизика». Дисциплина «Проблемы биологической физики» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов.

**Дисциплина имеет своими целями:**

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам биологической физики,
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности,
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности,
- дать аспирантам возможность получить практические навыки в решении задач по биологической физике.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, дифференцированный зачет.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единиц (216 часов).

Для освоения дисциплины Проблемы биологической физики аспирант должен обладать базовыми знаниями по микробиологии, термодинамике, биокинетике, статистической физике, молекулярной спектроскопии.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Проблемы биологической физики:

Кандидатский экзамен по модулю «Биофизика».

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий	Самостоятельная работа, не включая период сессии		Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	216	50			32	132				2	

Всего: 216 часов /6 зачетных единиц из них: - контактная работа 84 часа - в интерактивных формах 32 часа
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы				Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Теоретическая биофизика	1-2	32	8			4	20			
2.	Молекулярная биокинетика	3-6	32	8			4	20			
3.	Биофизика клеточных процессов	7-10	32	8			4	20			
4.	Биофизика фотобиологических процессов	11-13	32	8			4	20			
5.	Экспериментальные методы в биофизике	14-16	32	8			4	20			
6.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	154	10			12	54			
7.	Дифференцированный зачет	17	2								2
<b>Всего</b>			216	50			32	154			2

Лекционные занятия проводятся в интерактивной форме, подразумевающей со стороны преподавателя постановку проблемы по указанным темам, формулировку некоторых практических заданий и задач, подходы к решению которых должны найти обучающиеся в ходе занятия. Практикуется обсуждение проблемных вопросов, в том числе, с элементами свободной дискуссии с участием обучающихся и преподавателя. На лекционных занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся.

#### Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	12

Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	20
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных.	154

## **5. Перечень учебной литературы**

### 5.1 Основная литература

1. Волькенштейн М.В. Биофизика / М.В. Волькенштейн 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1988 591 с.: ил. ISBN 5-02-013835-5.
2. Рубин А.Б. Биофизика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биофизика": [в 2 т.] / А.Б. Рубин; МГУ им. М.В. Ломоносова 3-е изд., испр. и доп. Москва: Изд-во МГУ: Наука, 2004, 24 см. (Классический университетский учебник) ISBN 5-02-033597-5 ISBN 5-211-06109-8  
Т.1: Теоретическая биофизика 462 с.: ил. ISBN 5-02-033598-3 ISBN 5-211-06110-1.  
Т.2: Биофизика клеточных процессов. 469 с.: ил. ISBN 5-211-06111-X.
3. Кантор Ч., Биофизическая химия: В 3 т. Т.3 / Пер. с англ. под ред. А.А. Богданова и др. М.: Мир, 1985, 534 с..
4. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики / Л.А. Блюменфельд 2-е изд., испр. и доп. М.: Наука, 1977 336 с. : ил. (Физика жизненных процессов).

### 5.2 Дополнительная литература

5. Биофизика: [учебник для биологических специальностей вузов] / П. Г. Костюк, Д. М. Гродзинский, В. Л. Зима и др.; под ред. П. Г. Костюка Киев: Выща школа, 1988, 503 с.: ил.; 23 см. ISBN 5-11-000094-8.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры Биомедицинской физики <http://cyto.kinetics.nsc.ru/>. По данному адресу доступны материалы курса, а также варианты месячных заданий, предлагаемых для самостоятельной работы. На семинарах преподаватель обговаривает с аспирантами, какие варианты и номера задач необходимо изучить в ходе индивидуальной работы.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

#### 7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).

4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.

5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II.).

6. БД Scopus (Elsevier).

#### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете.

## 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

### *10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине*

#### ***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

### ***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Проблемы биологической физики***

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>УК-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.</b>		Работа на лекционных занятиях Представлен ие доклада Дифференци рованный зачет
УК-1.1.	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.</b>		Работа на лекционных занятиях Представлен ие доклада Дифференци рованный зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных	

	исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования	
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</b>		Работа на лекционных занятиях Представлен ие доклада Дифференци рованный зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на лекционных занятиях Представлен ие доклада Дифференци рованный зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на лекционных занятиях Представлен ие доклада Дифференци рованный зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинут ый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место	Минималь но допустимы й уровень знаний.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по	Уровень знаний соответств ует программе

		грубые ошибки.	Допускается значительное количество негрубых ошибок.	темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**Вопросы для зачета**

1. Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта.
2. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и стабильность вторичной и третичной структур.



3. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.
4. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.
5. Структурная организация мембран. Липиды. Характеристика мембранных белков.
6. Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
7. Пассивные электрические явления в биоструктурах. Типы поляризации.
8. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах.
9. Движущие силы процесса переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт.
10. Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательность. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран.
11. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка-Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул.
12. Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация.
13. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона.
14. Энергетический и квантовый выход. Молекулярные механизмы других фотобиологических процессов: зрение; фототропизм; фотопериодизм; фототаксис; абиогенный синтез веществ; фотодинамическое действие; фотореактивация.
15. Описание данных. Способы представления экспериментальных данных. Сравнение нескольких групп: дисперсионный анализ. Доверительные интервалы.
16. Метод главных компонент. Границы применимости и ограничения эффективности метода.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

---

Кафедра биомедицинской физики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Молекулярная биокинетика

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Биофизика**

Форма обучения: **очная**

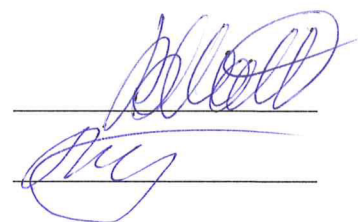
Разработчики:

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев

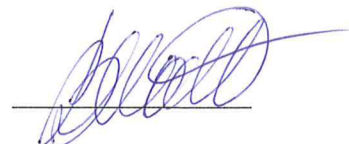
к.ф.-м.н., ст.преп. А. В. Чернышев

Заведующий кафедрой БМФ ФФ

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев



Two handwritten signatures in blue ink, one above the other, each on a horizontal line.



A handwritten signature in blue ink on a horizontal line.

Новосибирск 2020

## Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Молекулярная биокинетика» .....	20
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	22
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	23
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося .....	23
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	24
5. Перечень учебной литературы .....	25
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся .....	25
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	25
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	26
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	26
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	27

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Молекулярная биокинетика».**  
**» Направление: 03.06.01 Физика и астрономия**  
**Направленность (профиль): Биофизика**

Дисциплина «Молекулярная биокинетика» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Молекулярная биокинетика» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Биофизика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном

мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Текущий контроль успеваемости включает контроль посещаемости обучающимися занятий, оценку их активности в ходе дискуссий.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проблемы биологической физики» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, индивидуальная работа с преподавателем, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
<b>УК-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</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярная биокинетика» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Молекулярная биокинетика» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума, для аспирантов, обучающихся по профилю подготовки «Биофизика».

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, индивидуальная работа с преподавателем, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Для освоения дисциплины «Молекулярная биокинетика» аспирант должен обладать базовыми знаниями по основам биохимии, микробиологии, химической кинетике, термодинамике.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины «Молекулярная биокинетика»:

Кандидатский экзамен по модулю «Биофизика»

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	108		32		22	52			2			
Всего 108 часов /3 зачетных единицы из них: - контактная работа 56 часов - в интерактивных формах 54 часа												
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2												

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем / Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Предмет изучения биокинетики. Химическая кинетика как основа биокинетики: стехиометрическое уравнение, элементарные и сложные реакции, определение скорости химической реакции, закон действующих масс, константа скорости реакции.	1-4	19		5	4	10			
2.	Нестационарная и релаксационная кинетика ферментативных реакций. Ингибирование ферментативных реакций.	5-8	19		5	4	10			
3.	Кинетика лиганд-рецепторного взаимодействия: ассоциация и диссоциация. Кооперативное лиганд-рецепторное взаимодействие. Конкурентное и неконкурентное связывание лигандов.	9-12	19		5	4	10			
4.	Клеточный цикл. Фазы роста клеточных культур. Ингибирование и активация клеточного роста. Влияние pH на кинетику клеточного роста. Период индукции. Остановка роста, апоптоз и гибель клеток. Популяции, взаимодействующие по принципу "хищник-жертва". Ассоциации микроорганизмов.	13-16	19		5	4	10			
5.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	26		12	6	12			
6.	Зачет	17	2							2
<b>Всего</b>			108		32	22	52			2



## Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	6
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	16

## Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к практическим занятиям. Анализ прослушанных докладов. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных, решение задач по тематике	52

## **5. Перечень учебной литературы**

### 5.1 Основная литература

1. С. Д. Варфоломеев, К. Г. Гуревич. Биокинетика: Практический курс: [Учеб. пособие для вузов по хим., биол., мед. спец.] / С.Д. Варфоломеев, К.Г. Гуревич М. : Фаир Пресс : ГРАНД, 1999716 с.: ил.; 22 см. ISBN 5818300501.

### 5.2 Дополнительная литература

2. Мушкамбаров Н. Н., Кузнецов С. Л. Молекулярная биология: учебное пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов Москва: Медицинское информационное агентство (МИА), 2003535 с.: ил.; 21 см. ISBN 5-89481-140-6.

3. Фаллер Д. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки: руководство для врачей / Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс; пер. с англ. под общ. ред. акад. И.Б. Збарского Москва: Бином-Пресс, 2013256 с.: ил.; 26x20 см. ISBN 978-5-9518-0436-5.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры Биомедицинской физики <http://cyto.kinetics.nsc.ru/biomed/>. По данному адресу доступны материалы курса, а также варианты месячных заданий, предлагаемых для самостоятельной работы. На семинарах преподаватель обговаривает с аспирантами, какие варианты и номера задач необходимо изучить в ходе индивидуальной работы.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

#### 7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.

2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).

3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).

4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.

5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II.).

6. БД Scopus (Elsevier).

#### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

### 10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

#### **Текущий контроль успеваемости:**

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельного семинара, оценку их активности в ходе дискуссий. Результатам текущего контроля успеваемости учитываются при прохождении промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **Промежуточная аттестация:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Молекулярная биокинетика» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Молекулярная биокинетика**

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>УК-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</b>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в частности актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования	
<b>УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к	

	профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи	
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>		Работа на практических занятиях Представлен ие доклада Зачет
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/

			значительное количество негрубых ошибок.	дисциплины. Допускается несколько негрубых/ несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**Вопросы для зачета**

1. Химическая кинетика как основа биокинетики.
2. Влияние температуры и pH на скорость реакций. Метод графов при анализе кинетических схем. Лимитирующая стадия сложной реакции.
3. Механизм Михаэлиса-Ментен. Ингибирование и активация избытком субстрата. Многосубстратные реакции.
4. Нестационарная и релаксационная кинетика ферментативных реакций. Ингибирование ферментативных реакций.
5. Инактивация ферментов. Полиферментные системы и сопряженные ферментные реакции. Кинетика действий ферментов в открытых системах.
6. Рецепторы и лиганды. Агонисты и антагонисты. Принцип структурной комплиментарности. Специфическое и неспецифическое связывание.
7. Кинетика лиганд-рецепторного взаимодействия: ассоциация и диссоциация.

Кооперативное лиганд-рецепторное взаимодействие. Конкурендное и неконкурендное связывание лигандов.

8. Влияние температуры и pH на рецепторное связывание. Учет функции распределения клеток по количеству рецепторов.
9. Фазы роста клеточных культур. Ингибирование и активация клеточного роста. Влияние pH на кинетику клеточного роста. Период индукции.
10. Остановка роста, апоптоз и гибель клеток. Популяции, взаимодействующие по принципу "хищник-жертва". Ассоциации микроорганизмов.
11. Механизмы мембранного транспорта: пассивная диффузия, облегченная диффузия, активный транспорт, транслокация групп.
12. Кинетика транспорта ионов и Доннано-равновесие.
13. Механизмы и кинетические модели эндоцитоза.

### Примеры задач к зачету.

1. Определите константу скорости и порядок реакции термического распада хлористого гидразония в смеси при 185 °C.

#### Зависимость скорости термического распада хлористого гидразония от концентрации реагентов

а) концентрация хлористого гидразония равна 17,81 М

$v \cdot 10^4$ , М/с	27,7	27,4	26,1	21,9	10,5	9,86	6,48
$[N_2H_4]$ , М	12,7	12,5	11,9	10,0	4,8	4,5	12,96

б) концентрация гидразина равна 1,71 М

$v \cdot 10^4$ , М/с	3,57	3,34	3,30	2,58	2,29	2,24	2,19
$[N_2H_5Cl]$ , М	17,0	15,9	15,7	12,3	10,9	10,6	10,4

#### Начальные скорости реакции веществ А и В

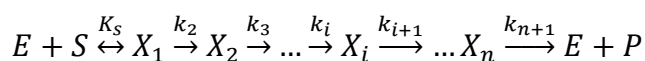
$V_0 \cdot 10^7$ ,	4.06	12.	4.20	36.	$V_0$
$A_0 \cdot 10^3$ ,	2.15	6.3	10.00	10.	$A_0$
$B_0 \cdot 10^3$ ,	15.10	15.	3.36	29.	$B_0$

2. Определить порядок реакции 2-фенил-4,4-диметил-2-оксазолин-5-она (вещество А) с эфиром аланина (вещество В) по начальным скоростям реакций.

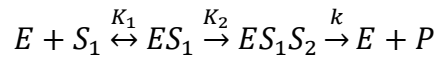
#### Температурная зависимость константы скорости реакции гидразина с малахитовым зеленым

T, °C	7	14.	23.8	30	38.
k, М <sup>-1</sup>	1060	15	2480	37	10.

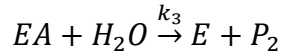
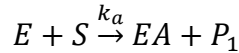
3. Определите энтальпию и энтропию активации при взаимодействии гидразина с малахитовым зеленым на основании данных таблицы.
4. Получить решение уравнения Михаэлис-Ментен для случая:



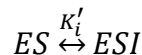
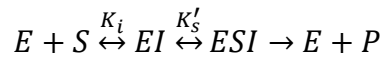
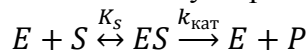
5. Напишите основные уравнения модели Моно-Уаймена-Шанжэ для описания аллостерических эффектов.
6. Выразите стационарную скорость образования продукта для следующей реакции:



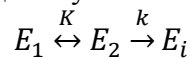
7. Определите концентрацию первого продукта в реакции катализа ацилферментов сериновыми протеазами с начальными условиями 1)  $t=0$ ,  $EA=0$ ; 2)  $t=0$ ,  $EA=E_0$ :



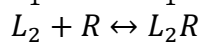
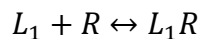
8. Получить уравнения на концентрацию субстрата, промежуточное соединение и продукт реакции для классической ферментативной реакции с условием  $[E_0] \gg [S_0]$
9. Напишите основные уравнения нестационарной кинетики многостадийной ферментной реакции.
10. Напишите уравнения релаксационной кинетики комплексообразования фермента с субстратом для случая одного промежуточного соединения, нескольких промежуточных соединений.
11. Выразите начальную стационарную скорость для «классической» кинетической схемы обратимого ингибирования односубстратных реакций:



12. Напишите кинетические схемы и основные уравнения, описывающие двухкомпонентное ингибирование.
13. Выразите зависимость концентрации второй конформации белка от времени для кинетической схемы инактивации с участием равновесия конформеров:

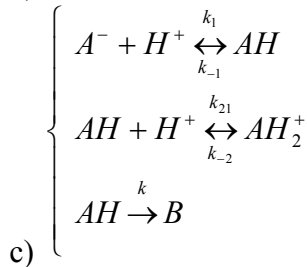
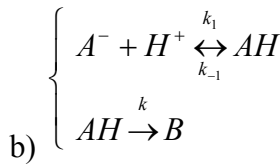
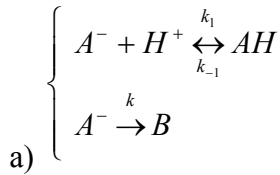


14. Напишите кинетическую схему и уравнения для рН-зависимостей инактивации. Как будет выглядеть зависимость наблюдаемой константы скорости инактивации, если наиболее стабильна нейтральная форма фермента?
15. Дайте описание реактора с идеальным вытеснением в стационарном режиме.
16. Напишите уравнения, связывающие относительные изменения скорости и концентраций субстрата и продукта для открытой по субстрату полиферментативной реакции. Как изменятся эти функции в случае введения конкуретного и неконкуретного ингибитора первого фермента цепи?
17. Дайте описание кинетических закономерностей регуляции фермента в открытой системе с субстрат-индуцируемой инактивацией фермента в процессе реакции.
18. Рассмотрите кинетики лиганд-рецепторного взаимодействия в следующих приближениях:



- 1) Если общая концентрация центров связывания намного превышает концентрацию всех лигандов  $[R_0] \gg [L_1]_0 + [L_2]_0$
- 2) Общая концентрация лигандов намного превышает концентрацию мест связывания  $[R_0] \ll [L_1]_0$ ;  $[R_0] \ll [L_2]_0$
- 3) В условиях, когда константы скорости ассоциации и диссоциации обоих лигандов равны  $k_{+1} = k_{+2}$ ;  $k_{-1} = k_{-2}$
19. Получите уравнение, связывающее концентрацию лиганд-рецепторных комплексов с временем реакции «лиганд-рецептор».

20. Выведите уравнение Скэтчарда для расчета констант комплексообразования реакции антиген-антитело.
21. Выразите зависимость лиганд-рецепторных комплексов от времени реакции при взаимодействии соизмеримых концентраций лиганда и рецептора.
22. Выведите уравнения для преобразований Хилла. Как с помощью координат Хилла определять степень кооперативности? Сравните понятия «степень кооперативности» и «кажущаяся степень кооперативности».
23. Даны три механизма, способные объяснить влияние рН на скорость протекания химических реакций. Для каждого из них найти соотношения между эффективной (кажущейся) константой  $k_{эфф}$  и настоящей  $k$  по формуле  $W = k_{эфф} A$  ( $W$  - скорость реакции)



24. Для модели Вольтера-Лоттки ‘хищник-жертва’ найти период малых колебаний в зависимости от параметров системы:

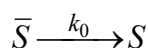
$$\frac{dN_1}{dt} = aN_1 - bN_1N_2$$

$$\frac{dN_2}{dt} = cN_1N_2 - \lambda N_2$$

Найти фазовый портрет. В какую сторону вращается система?

25. В некоторый момент времени в глюкозно-аммонийную солевую среду добавили  $5 \cdot 10^5$  клеток *E. coli*. Через 300 минут культура еще находилась в фазе экспоненциального роста, причем численность популяции составляла  $35 \cdot 10^6$  клеток. Среднее время генерации микроорганизмов на этой среде составляло 40 минут. Установите, была ли лаг-фаза, и, если была, какова была ее продолжительность.
26. Найти кинетику роста популяции микроорганизмов в начальных стадиях роста, считая, что рост лимитируется одним субстратом, который имеет период индукции

$$\frac{dN_c}{dt} = \mu_m [NS] = \frac{\mu_m N_c S}{K_S + S}, \text{ где}$$





27. Пусть у нас есть  $n$  сортов микроорганизмов  $x_i$  и  $m$  сортов питательных веществ

$A_j$ , растущих в проточном реакторе идеального перемешивания. Пусть  $\mu_i \left( \vec{A} \right)$  - удельные скорости роста микроорганизма сорта  $i$ . Тогда уравнения роста будут:

$$\frac{dx_i}{dt} = \mu_i \left( \vec{A} \right) x_i - D x_i, i \in (1, n)$$

$$\frac{dA_j}{dt} = (A_j^0 - A_j) D - \sum_k a_{jk} \mu_k \left( \vec{A} \right) x_k, j \in (1, m)$$

где  $D$  - скорость вымывания,  $A_j^0$  - концентрация  $j$  сорта вещества, подаваемого в реактор,  $a_{jk}$  - экономический коэффициент трансформации  $j$  сорта вещества  $k$ -ым сортом микроорганизма. Исследуйте возможность сосуществования системы с параметрами  $(n,m)=(2,1)$ .

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

---

Кафедра физико-технической информатики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Методы анализа физических измерений**

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Приборы и методы экспериментальной физики**

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

д.ф.-м.н., И.Б. Логашенко



и.о. Заведующего кафедрой ФТИ ФФ

к.ф.-м.н., П.П. Кроковный



Новосибирск 2020

## Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Методы анализа физических измерений»	36
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	38
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	39
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	39
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	40
5. Перечень учебной литературы	43
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	43
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	44
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	44
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	44
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	45

## Аннотация

### к рабочей программе дисциплины «Методы анализа физических измерений»

Направление: **03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность (профиль): **Приборы и методы экспериментальной физики**

Направленность (профиль): **Биофизика**

Направленность (профиль): **Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества**

Дисциплина «Методы анализа физических измерений» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Методы анализа физических измерений» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### **Знания:**

УК-1.1. Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.

УК-5.1. Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.

ОПК-1.1. Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.

ПК-1.1. Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.1. Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

#### **Умения:**

УК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.

УК-5.2. Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.

ОПК-1.2. Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.

ПК-1.2. Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

ПК-2.2. Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

**Навыки:**

УК-5.3. Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.

ОПК-1.3. Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

Цели дисциплины – ознакомление аспирантов с современными методами анализа результатов измерений, получаемых в физических экспериментах. Первая часть дисциплины посвящена повторению и углублению знаний, полученных в курсах теории вероятностей и математической статистики. Вторая часть дисциплины посвящена применению методов интеллектуального и многопараметрического анализа данных. В третьей части курса рассматриваются отдельные задачи, часто возникающие при анализе экспериментальных данных. В рамках практических занятий студенты получают возможность использовать полученные знания для решения индивидуально подобранных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, выступление с докладом, самостоятельная работа обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
<b>УК-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</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа физических измерений» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профили подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Методы анализа физических измерений» развивает знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся по результатам общей базовой подготовки в рамках программ бакалавриата и магистратуры, и не требует знаний по другим дисциплинам подготовки для аспирантов. Курс входит в набор вариативных дисциплин, направленных на подготовку к сдаче экзаменов кандидатского минимума и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации), для аспирантов, обучающихся по профилям подготовки «Приборы и методы экспериментальной физики», «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», «Биофизика».

Цели дисциплины – ознакомление аспирантов с современными методами анализа результатов измерений, получаемых в физических экспериментах. Первая часть дисциплины посвящена повторению и углублению знаний, полученных в курсах теории вероятностей и математической статистики. Вторая часть дисциплины посвящена применению методов интеллектуального и многопараметрического анализа данных. В третьей части курса рассматриваются отдельные задачи, часто возникающие при анализе экспериментальных данных. В рамках практических занятий студенты получают возможность использовать полученные знания для решения индивидуально подобранных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная подготовка обучающегося, зачет.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Методы анализа физических измерений:

Кандидатский экзамен по модулю в зависимости от специфики профиля подготовки.

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)					
		Контактная работа обучающихся с преподавателем					Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий	Консультации			Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	108	20	32		18	36			2			
Всего 108 часов /3 зачетных единицы												

из них: - контактная работа 72 часа - в интерактивных формах 52 часа
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Повторение основных положений теории вероятностей и математической статистики.	1-16	6	1	2	1	2			
2.	Метод Монте-Карло, область применения.	1-16	6	1	2	1	2			
3.	Оценка параметров распределений по ограниченной выборке.	1-16	6	1	2	1	2			
4.	Метод максимального правдоподобия.	1-16	6	1	2	1	2			
5.	Метод наименьших квадратов.	1-16	6	1	2	1	2			
6.	Критерий согласия и способы его построения.	1-16	6	1	2	1	2			
7.	Байесовский подход к оценке вероятностей.	1-16	6	1	2	1	2			
8.	Нейронные сети.	1-16	6	1	2	1	2			
9.	Задача разделения сигнала и фона.	1-16	6	1	2	1	2			
10.	Практические методы построения критериев разделения.	1-16	6	1	2	1	2			
11.	Задача обратной свертки (деконволюции).	1-16	6	1	2	1	2			
12.	Фурье- анализ.	1-16	6	1	2	1	2			
13.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований Представление решенных задач	1-16	34	8	8	6	12			
14.	Зачет	17	2							2
<b>Всего</b>			108	20	32	18	36			2



## Программа курса лекций

1. Случайные величины. Дискретные и непрерывные распределения. Параметры распределений: среднее значение, дисперсия, моменты. Ковариационная матрица, коэффициент корреляции. Преобразование распределения при замене переменных. Основные распределения и их параметры: биномиальное, Пуассона, равномерное, нормальное,  $\chi^2$ . Центральная предельная теорема.
2. Метод Монте-Карло. Интегрирование методом Монте-Карло. Алгоритмы генерации случайных чисел: метод Неймана, метод трансформации, комбинированный. Алгоритм генерации нормально-распределенной величины. Алгоритм Метрополиса.
3. Оценка параметров распределений по ограниченной выборке. Точечные и интервальные оценки. Свойства оценок: состоятельность, смещение, эффективность, робастность (устойчивость). Понятие информации Фишера и неравенство Рао-Крамера. Способы построения оценок, метод моментов. Способы построения несмещенной оценки, робастной оценки.
4. Метод максимального правдоподобия. Оценка погрешностей и построение доверительных интервалов в методе максимального правдоподобия. Примеры использования метода максимального правдоподобия для аппроксимации гистограммы, определения времени жизни, оценки дисперсии.
5. Метод наименьших квадратов. Оценка погрешностей в методе наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов в линейном приближении. Пример использования метода наименьших квадратов для аппроксимации гистограмм.
6. Критерий согласия и способы его построения. Критерий  $\chi^2$ . Оценка качества аппроксимации в методе максимального правдоподобия. Другие критерии согласия: проверка последовательностей, критерий Колмогорова-Смирнова.
7. Байесовский подход к оценке вероятностей. Теорема Байеса. Формулировка теоремы Байеса для непрерывных распределений. Применение теоремы Байеса для оценки погрешностей. Связь теоремы Байеса и метода максимального правдоподобия. Примеры применения теоремы Байеса: определение эффективности, оценка верхнего предела при близости измеренного значения к границе интервала возможных значений, оценка уровня сигнала при наличии фона. Понятие Байесовских сетей.
8. Нейронные сети. Однослойный и многослойный перцептрон. Обучение перцептрона, алгоритм обратного распространения ошибок. Глобальные методы оптимизации. Радиально-базисные сети. Задача кластеризации и сеть Кохонена. Применение нейронных сетей для классификации данных.
9. Задача разделения сигнала и фона (задача проверки гипотез). Критерий разделения, мощность и значимость критерия. Методы сравнения критериев. Простые гипотезы, лемма Неймана-Пирсона и наилучший критерий разделения. Критерий разделения в случае сложных гипотез. Практические методы построения критериев разделения: факторизация функции правдоподобия; линейный дискриминантный анализ Фишера;

нейронные сети; усиленные деревья принятия решений; методы, основанные на подсчете числа событий. Метод главных компонент.

10. Задача обратной свертки (unfolding). Постановка задачи. Методы получения результатов без обратной свертки. Прямое решение задачи. Регуляризация. Регуляризация Тихонова. Метод максимальной энтропии.
11. Фурье- анализ. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ.

### **План практических занятий**

1. Знакомство с программным пакетом ROOT (ПО для обработки данных)
2. Выполнение задания №1: методы Монте-Карло и параметры распределений.
3. Знакомство с программным пакетом GEANT (ПО для моделирования взаимодействия частиц с веществом)
4. Выполнение задания №2: моделирование отклика простого детектора элементарных частиц
5. Выполнение задания №3: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием метода максимального правдоподобия
6. Знакомство с пакетом TMVA (ПО для многомерного статистического анализа данных)
7. Выполнение задания №4: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием нейронных сетей.
8. Выполнение задания №5: анализ результатов, полученных в ходе выполнения задания №2, с использованием различных алгоритмов многомерного анализа данных.

Теоретический материал курса освещается в ходе лекций. В лекциях обсуждается как необходимый математический аппарат и теоретические аспекты алгоритмов, так и реальные примеры использования обсуждаемых методов из практики наиболее известных экспериментов в мировой науке. В ходе лекций поощряются вопросы слушателей, часть тем обсуждается в форме дискуссий. Материал всех лекций доступен в электронном виде. В ходе лекций широко используются компьютерные демонстрации.

В ходе практических занятий слушатели знакомятся с необходимыми программными продуктами. Все практические занятия проводятся в интерактивной форме. В ходе занятий слушатели выполняют задания самостоятельно или в группах из двух человек. Каждое задание отражает определенный этап анализа данных и определенный класс методов анализа. Пройдя все задания, слушатели получают практический опыт полноценного анализа результатов эксперимента и опыт использования широкого класса алгоритмов. Для сдачи задания слушатели должны не только успешно решить поставленную задачу, но и продемонстрировать понимание соответствующего теоретического материала. В процессе выполнения и сдачи задания слушатели постоянно взаимодействуют с преподавателем. На занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся.

## Индивидуальная работа с преподавателем

Перечень работ	Объем, час
Обсуждение плана доклада по избранной теме, рекомендации преподавателя относительно литературных источников, которые можно использовать при подготовке доклада, индивидуальные консультации по ходу подготовки доклада.	6
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением методов структурного анализа.	12

## Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к лекционным и практическим занятиям с использованием учебной литературы. Подготовка доклада по избранной теме. Поиск литературных источников, работа с научным текстом, анализ литературных данных. Подготовка к практическим занятиям. Решение практических заданий.	36

## **5. Перечень учебной литературы**

### 5.1 Основная литература

1. ЭВМ в планировании и обработке эксперимента: учебное пособие: [для студентов вузов] / А.Д. Букин, С.И. Эйдельман; [отв. ред. В.И. Нифонтов]; Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образованию, Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: Редакционно-издательский отдел НГУ, 199587 с.: ил.; 20 см. ISBN 5-230-13578-6.
2. Лотов В.И. Теория вероятностей и математическая статистика: курс лекций / В.И. Лотов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Фак. информ. Технологий 2-е изд., испр. и доп Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2011, 127 с.
3. Логашенко И.Б. Методы анализа экспериментальных данных. Электронный лекционный курс / Новосибирск: НГУ, 2013. <http://www.phys.nsu.ru/elib/text/?id=3286>

### 5.2 Дополнительная литература

- 4 Д. Худсон. Статистика для физиков: Лекции по теории вероятностей и элементарной статистике: Пер. с англ. = Statistics: Lectures on Elementary statistics and probability / [Предисл. Е. Лейкина] 2-е изд., доп. М.: Мир, 1970296 с.
5. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей: [Учебник для вузов] / В.П. Чистяков 6-е изд., испр. СПб и др.: Лань, 2003269 с.: ил.; 21 см. ISBN 5-9511-0008-9.
6. П.Хьюбер. Робастность в статистике / П. Хьюбер; пер. с англ. И.А. Маховой, В.И. Хохлова; под ред. И.Г. Журбенко Москва: Мир, 1984303 с.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации = Sieci Neuronowe do Przetwarzania Informacji / С. Осовский; Пер. с пол. И.Д. Рудинского М.: Финансы и статистика, 2002, 343 с.: ил.; 24 см. ISBN 83-7207-187-X.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры ИЯФ СО РАН  
<http://www.inp.nsk.su/obrazovanie/aspirantura>

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

### 7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).
7. Описание пакета ROOT. <http://root.cern.ch/drupal/content/users-guide>
8. Описание пакета TMVA. <http://tmva.sourceforge.net/docu/TMVAUsersGuide.pdf>
9. Описание пакета Geant4.

### 7.2. Информационные справочные системы

**Не используются**

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

## 2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

### **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

#### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

##### **Текущий контроль успеваемости:**

Текущий контроль включает контроль посещаемости обучающимися еженедельных занятий, оценку их активности в ходе дискуссий и проверки заданий для самостоятельного решения. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

##### **Промежуточная аттестация:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы анализа физических измерений» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде зачета, по результатам которого выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» может быть выставлена по результатам текущего контроля, если в ходе представления самостоятельно подготовленного доклада и ответов на вопросы обучающийся продемонстрировал уровень сформированности компетенций не ниже порогового. Оценка «зачтено» является положительным результатом прохождения промежуточной аттестации. На зачете для дополнительной проверки сформированности отдельных компетенций обучающемуся могут быть заданы вопросы по пройденному материалу.

#### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине**

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>УК-1.</b>	<b>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	Работа на практических занятиях Представление доклада
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в	Зачет

	области физики в применении к профессиональной области деятельности.	
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.	
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.	
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.	
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.	
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.	
ОПК-1.3	Владеть способностью составлять и оформлять научно-техническую документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.	
<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки</b>		Работа на практических занятиях Представление доклада Зачет
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки</b>		Работа на практических занятиях Представление
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта	

	исследования.	доклада Зачет
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.	

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК 1.1 УК 5.1 ОПК 1.1 ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК 1.2 УК 5.2 ОПК 1.2 ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных

		Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	х задач с некоторым и недочетами	некоторыми недочетами.	х задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.
--	--	-----------------------------------------------------------------	----------------------------------	------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

***Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения***

Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения формируются в зависимости от специфики профиля подготовки

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет

---

Кафедра биомедицинской физики

## КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

### Модуль «Биофизика»

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

**Курс 1, семестр 2**

профиль

**Биофизика**

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев

Заведующий кафедрой БМФ ФФ

д.ф.-м.н., проф. В.П. Мальцев



Новосибирск 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы -----	51
2. Место модуля в структуре образовательной программы -----	52
3. Трудоемкость модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося -----	52
4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий -----	53
5. Перечень учебной литературы -----	53
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся -----	54
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения модуля -----	54
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю -----	55
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине -----	55
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине -----	55

## 1.Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В рамках промежуточной аттестации (сдачи кандидатского экзамена) по модулю «Биофизика» проводится оценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (портфолио), полученных в рамках прохождения дисциплин «Проблемы биологической физики», «Молекулярная биокинетика» и «Методы анализа физических измерений», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Биофизика», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Биофизика». В состав портфолио входят перечень практических заданий и задач для самостоятельного решения, перечень и презентации докладов, подготовленных обучающимся самостоятельно в рамках освоения дисциплин модуля: «Проблемы биологической физики», «Молекулярная биокинетика» и «Методы анализа физических измерений»

Код	Компетенции, формируемые в рамках модуля
<b>УК-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</b>	
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в области физики в применении к профессиональной области деятельности.
УК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</b>	
УК-5.1	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач.
УК-5.2	Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития.
УК-5.3	Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
<b>ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	
ОПК-1.1	Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности.
ОПК-1.2	Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1.3.	Владеть способностью составлять и оформлять научно-технической документацию, научные отчеты, обзоры, доклады и статьи.

<b>ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-1.1	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-1.2	Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
<b>ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.</b>	
ПК-2.1	Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.
ПК-2.2	Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования.

## 2. Место модуля в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения модуля Биофизика:

1. Проблемы биологической физики
- 2.1 Молекулярная биокинетика (дисциплина по выбору)
- 2.2 Методы анализа физических измерений (дисциплина по выбору)

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение модуля Биофизика:

Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации);

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

## 3. Трудоемкость модуля в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)					Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Индивидуальная работа с преподавателем/ Консультации в период занятий			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Кандидатский экзамен
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13
2	360	50	32		54	184	32	2	2	2	2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 144 часа - в интерактивных формах 86 часов											
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2											

**4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Раздел модуля	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Консультации перед экзаменом	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы			Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия	Индивидуальная работа с преподавателем /Консультации в период занятий				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Б.1.В. ОД.									
1.1.	Проблемы биологической физики	2	216	50		32	132			2
2	Б.1.В. ВД.									
2.1.	Молекулярная биокинетика	2	108		32	22	52			2
2.2.	Методы анализа физических измерений	2	108	20	32	18	36			2
3.	Кандидатский экзамен	2	36					32	2	2
<b>Всего</b>			360	50	32	54	184	32	2	6
Общий объем контактной работы составляет 144 часа, в интерактивных формах – 86 часов										

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная подготовка к кандидатскому экзамену по специальности.	32

**5. Перечень учебной литературы**

5.1 Основная литература

1. Волькенштейн М.В. Биофизика / М.В. Волькенштейн 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1988, 591 с.: ил. ISBN 5-02-013835-5.
2. Рубин А.Б. Биофизика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биофизика": [в 2 т.] / А.Б. Рубин; МГУ им. М.В. Ломоносова 3-е изд., испр. и доп. Москва: Изд-во МГУ: Наука, 2004, 24 см. (Классический университетский учебник) ISBN 5-02-033597-5 ISBN 5-211-06109-8  
Т.1: Теоретическая биофизика 462 с.: ил. ISBN 5-02-033598-3 ISBN 5-211-06110-1.  
Т.2: Биофизика клеточных процессов. 469 с.: ил. ISBN 5-211-06111-X.
3. Кантор Ч., Биофизическая химия: В 3 т. Т.3 / Пер.с англ. под ред. А.А.Богданова и др. М.: Мир, 1985, 534 с..
4. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики / Л.А. Блюменфельд 2-е изд., испр. и доп. М.: Наука, 1977336 с.: ил. (Физика жизненных процессов).

## 5.2 Дополнительная литература

5. Биофизика: [учебник для биологических специальностей вузов] / П. Г. Костюк, Д. М. Гродзинский, В. Л. Зима и др.; под ред. П. Г. Костюка Киев: Выща школа, 1988, 503 с.: ил.; 23 см. ISBN 5-11-000094-8.

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Размещение учебных материалов: Адрес страницы кафедры Биомедицинской физики <http://cyto.kinetics.nsc.ru/biomed/>. По данному адресу доступны материалы курса, а также варианты месячных заданий, предлагаемых для самостоятельной работы. На семинарах преподаватель обговаривает с аспирантами, какие варианты и номера задач необходимо изучить в ходе индивидуальной работы.

Обучающиеся полностью обеспечены необходимой научной литературой за счет фондов библиотеки НГУ (<http://libra.nsu.ru/>). Обучающимся, проходящим практику в Институтах СО РАН, предоставляется доступ к информационным ресурсам на тех же основаниях, что и научным сотрудникам этих институтов на основании договоров о прохождении практической подготовки.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения модуля**

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС.

### 7.1 Современные профессиональные базы данных:

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2020 г., электронные книги (2005-2020 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ).
3. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (23 предметные коллекции).
4. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI.
5. Электронные БД JSTOR (США). 15 предметных коллекций: Arts & Sciences I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, Life Sciences, Health & General Science, Mathematics & Statistics, Ecology & Botany, Language & Literature, Business I, II).
6. БД Scopus (Elsevier).

### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по модулю**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплин по модулю используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете.

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень планируемых результатов обучения по модулю и индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по дисциплине представлен в разделе 1.

### ***10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по модулю***

#### ***Текущий контроль успеваемости:***

Текущий контроль успеваемости по модулю «Биофизика» представляет собой контроль результатов освоения дисциплин, входящих в состав модуля: «Проблемы биологической физики», «Молекулярная биокинетика» или «Методы анализа физических измерений».

#### ***Промежуточная аттестация:***

Промежуточная аттестация проводится в форме кандидатского экзамена. Кандидатский экзамен проводится по программе, соответствующей примерной программе, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации.

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатских экзаменов (экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом ректора НГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) НГУ в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии.

В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Для оценивания знаний обучающегося в рамках проведения кандидатского экзамена используются следующие оценочные средства:

1. Портфолио - целевая подборка работ студентов, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах;

2. Экзаменационный билет - комплекс вопросов.

Кандидатский экзамен проводится экзаменационной комиссией по билетам (программам), утверждаемым деканом физического факультета НГУ. Для подготовки экзаменуемый использует листы ответа, которые хранятся в деле обучающегося вместе с протоколом экзамена.

В случае неявки экзаменуемого на кандидатский экзамен по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) он может быть допущен приказом ректора к сдаче кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов.

В случае получения неудовлетворительной оценки пересдача кандидатского экзамена в течение текущего периода приема экзаменов не допускается. Пересдача кандидатского экзамена с положительной оценки на другую положительную оценку не допускается. Оценка уровня знаний экзаменуемого определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной шкале.

Оценка выставляется простым большинством голосов членов экзаменационной комиссии. При равенстве голосов решающей считается оценка председателя.

Экзаменуемым может быть в двухдневный срок подана апелляция ректору о несогласии с решением экзаменационной комиссии.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе не менее одного доктора наук.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указываются, в том числе, код и наименование направления подготовки, по которой сдавались кандидатские экзамены; шифр и наименование научной специальности, наименование отрасли науки, по которой подготавливается научно-квалификационная работа (диссертация).

***Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по модулю Биофизика***



Таблица 10.2 Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по модулю

Код компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован (неудовлетворительно)	Пороговый уровень (удовлетворительно)	Базовый уровень (хорошо)	Продвинутый уровень (отлично)
УК-1	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшествующих и современных достижений в области физики в применении к профессиональной области деятельности. (УК-1.1) Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений физики, в части постановки актуальных задач научных исследований в применении к профессиональной области деятельности и в зависимости от специфики объекта исследования. (УК-1.2)	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при решении поставленных задач.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие минимального уровня умений при решении поставленных задач.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач на высоком уровне.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при решении поставленных задач на высоком уровне.
УК-5	Портфолио (презентация), устное сообщение	Знать возможные направления профессиональной самореализации, владеть приемами планирования и оценки собственной деятельности по решению профессионально-значимых задач. (УК-5.1).	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при выявлении и	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на

		<p>Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития. (УК-5.2).</p> <p>Владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования. (УК-5.3).</p>	<p>формулировке проблемы собственного профессионального развития. Отсутствуют навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне.</p>	<p>минимального уровня умений при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. Наличие минимального уровня владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>несущественных ошибок либо не полностью отвечает на дополнительные вопросы. Демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. На высоком уровне демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует умения при выявлении и формулировке проблемы собственного профессионального развития. На высоком уровне демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>
ОПК-1	<p>Портфолио (презентация), устное сообщение</p>	<p>Знать современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в применении к профессиональной области деятельности. (ОПК-1.1).</p> <p>Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от специфики объекта исследования (ОПК-1.2).</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-</p>	<p>Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Наличие минимального уровня умений при определении применения современных</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует умения при определении</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует умения при определении</p>

		Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады (ОПК-1.3).	коммуникационные технологий. Доклад не последователен, не ясна суть работы	научных методов исследования и информационно - коммуникационные технологий. Доклад не в полной мере отражает суть работы, нарушена последовательность	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок. Демонстрирует умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад отражает суть работы, но нарушена последовательность	применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад отражает суть работы, последователен.
ПК-1	Вопрос экзаменационного билета	Знать теоретические основы, базовые понятия и модели построения теоретических моделей физических явлений и процессов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования (ПК-1.1) Уметь ставить задачи научно-исследовательской деятельности на основе сопоставительного анализа современных достижений в зависимости от специфики	Не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания и умения в постановке задач в области биофизики и биокинетики	Демонстрирует общие знания и умения базовых понятий и моделей в рамках своей профессиональной области деятельности.	Демонстрирует хорошие знания и умения базовых понятий в рамках своей профессиональной области деятельности., но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках	Демонстрирует углубленные знания и умения базовых понятий и моделей в рамках своей профессиональной области деятельности.

ПК-2	Вопрос экзаменационного билета	профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-1.2). Знать физические основы базовых экспериментов в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.1) Уметь определять и применять современные научные методы в зависимости от специфики профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-2.2)	Не владеет (знания, умения) основными физическими понятиями и законами, в рамках своей профессиональной области деятельности.	Владеет (знания, умения) базовыми понятиями, в рамках своей профессиональной области деятельности.	Владеет (знания, умения) всеми понятиями, в рамках своей профессиональной области деятельности, и понимает их взаимосвязь, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках	Свободно владеет (знания, умения) всеми понятиями в рамках своей профессиональной области деятельности, понимает их взаимосвязь и границы применимости
------	--------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по модулю

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается комиссией. Каждый вопрос категории оценивается от 2 до 5 баллов. Соответствие уровня сформированности компетенции и оценки определяются следующим образом: не сформирована - 2 балла («неудовлетворительно»), пороговый уровень - 3 балла («удовлетворительно»), базовый уровень - 4 балла («хорошо») и продвинутый уровень - 5 баллов («отлично»).

Положительная оценка (3 балла и выше) ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Для получения положительной оценки необходимо продемонстрировать владение теоретическим материалом.

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется комиссией как среднее арифметическое баллов, полученных за решение задач и за ответы на вопросы с округлением по математическим правилам. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка	Критерии выставления оценки (содержательная характеристика)
«неудовлетворительно» (уровень компетенций не сформирован)	Аспирант не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке основных понятий в профессиональной области, не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания
«удовлетворительно» (сформирован пороговый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует общие знания базовых понятий и моделей в профессиональной области, критичных для понимания основных явлений и экспериментов, но допускает существенные ошибки по содержанию рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов
«хорошо» (сформирован базовый уровень компетенций)	Аспирант в основном демонстрирует углубленные знания в профессиональной области базовых понятий, моделей, теорий, свободно владеет всеми основными разделами современной физики, но допускает незначительные ошибки при ответах на дополнительные вопросы
«отлично» (сформирован продвинутый уровень компетенций)	Аспирант демонстрирует углубленные знания в профессиональной области базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной биологической физики

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**1. Форма экзаменационного билета и перечень экзаменационных задач и вопросов.**

Форма экзаменационного билета представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

<p><b>Новосибирский государственный университет</b></p> <p><b>Кандидатский экзамен</b></p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">наименование модуля</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">наименование образовательной программы</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</b></p> <p>1. Вопрос из категории 1. 2. Вопрос из категории 2. 3. Вопрос из категории 3. 4. Вопрос из категории 4. 5. Вопрос из категории 5.</p> <p>Составитель: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>Ответственный за образовательную программу: _____ И. О. Фамилия (подпись)</p> <p>« ____ » _____ 20 г.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Билет состоит из пяти вопросов по одному из каждой категорий. Категории представляют собой основные разделы курса проблемы биологической физики: категория 1 – теоретическая биофизика, категория 2 – Молекулярная биокинетика, категория 3 – биофизика клеточных процессов, категория 4- биофизика фотобиологических процессов, категория 5- экспериментальные методы в биофизике  
Примерный перечень экзаменационных вопросов, структурированный по категориям, представлен в таблице 1.2

Таблица 1.2.

Категория	Формулировка задачи
Категория 1 Вопросы по разделу Теоретическая биофизика	Общая характеристика реакций в биологических системах. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.
	Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии. Понятие адекватности модели реальному объекту. Принципы построения математических моделей биологических систем. Линейные и нелинейные процессы.
	Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие фазовой плоскости.

		Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний.
		Быстрые и медленные переменные. Временная иерархия и принцип узкого места. Его проявление в стационарной кинетике биологических процессов. Понятие о методе квазистационарных концентраций.
		Колебательные процессы в биологии, значение их теоретического исследования. Понятие автоколебательного режима динамической модели. Предельные циклы. Примеры автоколебательных моделей.
		Кинетика ферментативных реакций. Кинетика простейших ферментативных реакций. Кинетическая модель ферментативного процесса с одним активным центром.
		Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаелиса - Ментен. Влияние различных факторов на кинетику ферментативных реакций (ингибиторы, активаторы, рН среды, ионы металлов). Общие принципы регулирования и анализ более сложных ферментативных реакций. Применение метода графов.
		Множественность стационарных состояний биологических систем. Модели триггерного типа. Управляющие параметры. Параметрическое и силовое переключение триггера. Примеры моделей триггерных систем.
		Гистерезисные явления, их значение в регулировании биологических систем.
		Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Теория абсолютных скоростей реакций и активизированного комплекса. Ограничения применимости этих представлений в биоструктурах.
		Модели экологических систем. Способы математического описания пространственно - неоднородных биологических систем. Понятие распределенных систем. Математический аппарат описания распределенных систем - уравнения в частных производных.
		Активные химические и биологические среды.
		Распространение возмущений в активных химических и биологически
		Агрегация биологических объектов. Уравнение Смолуховского. Гель-эффект. Теория самоподобия Фредландера, ренорм-группы. Константа димеризация мономеров и асимптотическое поведение ядра. Диффузионно-контролируемая агрегация реакционно-анизотропных частиц. Модель белых шаров с черными пятнами.
		Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применение к биологическим системам. Второй закон термодинамики в биологии. Понятие термодинамического равновесия. Расчеты стандартных энергий в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе ферментативных процессов.
		Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакции.
Категория	2	Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие молекул как физического объекта.
Вопросы	по	
разделу		
Молекулярная биокинетика		Общий характер объемных взаимодействий и влияние внешнего поля на стабильность конформации биополимеров (по работам Лифшица).

		<p>Фазовые переходы. Кооперативные свойства молекул. Различные типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и стабильность вторичной и третичной структуры. Повторная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет конформационной энергии. Конформация полипептидной цепи. Стерические карты.</p>
		<p>Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.</p>
		<p>Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.</p>
		<p>Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.</p>
		<p>Взаимодействие статистических и механических факторов, определяющих динамическую подвижность белков. Динамическая структура глобулярных белков; конформационная подвижность</p>
		<p>Результаты исследования конформационной подвижности. Типы движения в белках. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в функционировании ферментов и транспортных белков.</p>
		<p>Мембрана, как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран.</p>
<p>Категория 3 Вопросы по разделу Биофизика клеточных процессов</p>	<p>3 по</p>	<p>Характеристика мембранных белков. Особенности строения мембранных липидов. Вода, как составной элемент биомембран.</p>
		<p>Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.</p>
		<p>Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.</p>
		<p>Вращательная, трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Белок-липидное взаимодействие в мембранах. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.</p>
		<p>Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение дзета-потенциала и характеристика основных факторов, определяющих его величину.</p>
		<p>Пассивные электрические явления в биоструктурах. Явление поляризации. Типы поляризации.</p>
		<p>Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости биоструктур. Зависимость диэлектрических потерь от частоты.</p>
		<p>Особенности структур живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Зоны дисперсии электрических параметров биологических объектов.</p>
		<p>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.</p>



	<p>Проблема транспорта вещества через биомембраны. Проницаемость биомембран. Движущие силы переноса вещества через мембрану. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта. Уравнения диффузии, уравнение проницаемости, константа проницаемости.</p> <p>Транспорт неэлектролитов. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Простая диффузия низкомолекулярных веществ. Ограниченная диффузия.</p> <p>Проницаемость биологических мембран для воды. Взаимодействие молекул воды с липидами биомембран.</p> <p>Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через биологическую мембрану с участием переносчиков. Пиноцитоз.</p> <p>Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательная проницаемость биологических мембран. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран. Роль переносчиков в проницаемости биологических мембран для ионов. Примеры (валиномицин, грмицидин).</p> <p>Свойства каналов и их роль в ионном транспорте. Механизмы переноса ионов через канал. Селективность каналов. Воротные токи. Механизмы регулирования проводимости каналов. Кооперативная модель. Флуктуации ионных токов.</p> <p>Распределение ионов по обе стороны биологических мембран.</p> <p>Причины возникновения биопотенциалов. Концентрационные, диффузионные, фазовые и мембранные потенциалы. Равновесие Доннана. Равновесный электрохимический потенциал. Потенциал покоя и его связь с распределением ионов. Роль калия в генерации потенциала покоя. Гипотеза о натриевом насосе.</p> <p>Общая характеристика фотобиологических реакций и их типы. Основные фотобиологические процессы и их закономерности.</p>
<p>Категория 4 Вопросы по разделу Биофизика фотобиологических процессов</p>	<p>Основные стадии фотобиологического процесса: возбуждение фоторецептора, миграция энергии возбуждения, первичный фотохимический акт, сопряжение с ферментативными стадиями, физиологический эффект. Основы молекулярной организации фоторецептора. Люминесценция биологически важных молекул.</p> <p>Процессы растраты энергии и фотохимический акт. Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции.</p> <p>Спектр действия и определение спектров поглощения веществ, ответственных за фотопроцесс. Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация. Механизмы элементарных процессов (фотовосстановление, фотоокисление, фотоизомеризация, фоторазложение). Изучение первичных фотопроцессов в модельных системах и организмах. Применение методов дифференциальной, импульсной, низкотемпературной спектروفотометрии.</p> <p>Фотосинтез. Спектр действия, поглощение и миграция энергии в фотосинтетической единице. Механизмы разделения зарядов в реакционном центре. Генерация потенциалов. Роль мембранных структур. Электронтранспортная цепь и две фотохимические реакции.</p>

	Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях фотосинтеза. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотофосфорилирования.
	Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмент родопсина.
	Энергетический и квантовый выход. Молекулярные механизмы других фотобиологических процессов: зрение, фототропизм, фотопериодизм, фототаксис, абиогенный синтез веществ, фотодинамическое действие, фотореактивация, действие ультрафиолета на белки и нуклеиновые кислоты, бактерицидное действие.
	ДНК, как основная внутриклеточная мишень при летальном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизм фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.
	Основы дози- и фотометрии. Электромагнитная шкала волн. Международный стандарт световых единиц. Связь световых и энергетических единиц измерения. Закон косинусов Ламберта.
Категория 5 Вопросы по разделу Экспериментальные методы в биофизике	Источники и приемники излучений. Тепловые источники излучения. Формула Планка. Закон Вина. Тепловидение. Использование тепловидения в медицине. Газоразрядные источники излучения. Типы разрядов и их свойства. Основные причины уширения спектральных линий в газах. Источники излучения на базе электронных потоков. Лазеры, принцип действия. Типы лазеров, особенности использования их в биологических и медицинских исследованиях. Детекторы излучения. Устройство, принцип работы и типичные схемы подключения фотоэлектронных умножителей.
	Матричное представление свойств электромагнитного излучения. Геометрическое и параксиальное приближения в оптике. Матрицы перемещения и преломления в лучевой оптике. Матричное преобразование гауссовых пучков. Поляризация электромагнитной волны. Сфера Пуанкаре. Вектор Стокса. Матрица Мюллера.
	Ультразвук в медицине. Элементы общей акустики. Основные определения и соотношения линейной акустики. Волновое уравнение. Излучатели ультразвука. Пьезоэлектрические, магнитострикционные излучатели, излучаемая акустическая мощность, КПД. Типы ультразвуковых излучателей и приемников, используемых в медицине. Пространственное разрешение ультразвуковой диагностики.
	Современная микроскопия и наноскопия. Устройство, принцип действия и пространственное разрешение оптического микроскопа. Устройство конфокального микроскопа. Эпи-люминесцентная конфигурация. Пространственное распределение интенсивности.
	Числовая апертура и разрешающая способность. 4π-конфокальный микроскоп. Многофотонные процессы в конфокальной микроскопии. Принцип и устройство STED-микроскопа. Предельное разрешение в микроскопе. Ограничения в конфокальной микроскопии.
	Электронный микроскоп. Физические принципы, положенные в основу работы электронного микроскопа. Трансмиссионная и сканирующая (растровая) микроскопия. Пределы разрешения.

	<p>Требования к образцу для электронно-микроскопического исследования. Электронная микроскопия в биологии. Особенности биологических объектов, определяющие характер подготовки материала для электронно-микроскопического исследования. Сохранение структуры с помощью стабилизации химических связей (фиксация). Соблюдение требования оптимальной толщины. Ультратонкие срезы. Способы повышения контраста изображения (контрастирование солями, тяжелых металлов, напыление). Изучение макромолекул методом напыления (оттенения) металлами (платина, палладий, золото). Недостатки метода.</p>
	<p>Оптическая спектроскопия биополимеров. УФ-спектроскопия. ИК-спектроскопия биополимеров. Рамановская спектроскопия. Поглощение излучения в тонком слое, закон Ламберта-Бера, эффективное сечение поглощения и молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Спектры поглощения биологически важных соединений (белки, нуклеиновые кислоты, пигменты). Особенности применения закона Ламберта-Бера к биологическим объектам. Фурье-спектроскопия в инфракрасной области. Принцип метода, интерферометр Майкельсона, Фурье преобразование. Преимущества Фурье-спектроскопии. Механизм формирования интерферограммы, разложение периодической временной функции в ряд Фурье и Фурье-анализ такого разложения. Зависимость формы интерферограммы от частоты излучения, ширины спектральных линий и соотношения амплитуд.</p>
	<p>Основы электрофореза. Принцип электрофореза. Зональный электрофорез. Теория электрофореза в ПААГ. Разделение белков в присутствии ДСН. Специфические электрофоретические методы: высоковольтный, проточный, двумерный электрофорез, диск-электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Изотахофорез. Иммуноный электрофорез. Реакции антиген-антитело. Иммуноэлектрофорез в агаровых или агарозных гелях. Диффузия и преципитация в геле. Иммунофиксация.</p>
	<p>Хроматография. Жидкостная хроматография. Основные понятия.</p>
	<p>Масс-спектрометрия. Основные принципы работы. Чувствительность метода. Масс-спектрометрия высокого разрешения, тандемная масс-спектрометрия.</p>
	<p>Рентгеновское излучения в медицинской диагностике. Эмиссионная компьютерная томография. Особенности формирования пучка излучения в рентгеновских установках. Дозиметрия. Методы детекции. Законы цифровой записи сигнала. Теорема Найквиста. Малодозная рентгеновская томография.</p>
	<p>ЯМР и ЭПР в биологии. Свойства магнитных ядер, спин ядра. Взаимодействие спина <math>I=1/2</math> с магнитным полем, заселенность спиновых уровней, переходы, чувствительность ЯМР. Вектор намагниченности для ансамбля спинов, уравнения Блоха (без релаксации). Квадратурная регистрация сигнала. Уравнения Блоха с релаксацией, стационарные решения, поглощение и дисперсия. Извлечение спектральной информации, преобразование Фурье, фазирование спектра. Оцифровка сигнала, теорема Найквиста, ширина спектра. Спиновое эхо (эхо Хана). Селективные импульсы, селекция слоя. Понятие контраста ЯМР изображения, механизмы контраста, информативность метода ЯМР томографии.</p>

	<p>Поточная цитометрия. Физические принципы. Светорассеяние и возбуждение флуоресценции одиночных клеток. Особенности измерения флуоресценции и светорассеяния от одиночных клеток. Время разрешенное измерение флуоресценции. Сканирующая проточная цитометрия. Анализ данных и особенности представления результатов измерения флуоресценции.</p>
	<p>Определение параметров клеток по данным светорассеяния (обратная задача светорассеяния). Устройство, принцип действия и фундаментальные возможности современных иммунохимических, гематологических, иммунологических и бактериологических анализаторов.</p>

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, осваивающих модуль «Биофизика» в текущем учебном году.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по модулю требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

