

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 химической и биологической физики

Согласовано, декан ФФ

Бондарь А.Е.

подпись

«04» 10

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
«Химическая физика, горение и взрыв,
физика экстремальных состояний вещества»

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 1, семестр 2

профиль

Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

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	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	360		64		66	190	32	2	2	2	2	
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 138 часов - в интерактивных формах 130 часов												
Компетенции: УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2												

Заведующий кафедрой химической и биологической физики ФФ
 д.ф.-м.н., профессор Дзюба С.А.

Ответственный за образовательную программу:

д.ф.-м. н., проф. Цыбуля С.В.

Новосибирск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация к рабочей программе модуля «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»	3
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Практические вопросы химической физики ...	5
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Дополнительные главы современной химической физики	20
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Методы анализа физических измерений	33
КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН Модуль «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»	48

Аннотация

к рабочей программе модуля «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»

Направление: 03.06.01 Физика и астрономия

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

Рабочая программа по модулю «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» 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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». Модуль включает в себя рабочие программы дисциплин «Практические вопросы химической физики», «Дополнительные главы современной химической физики» или «Методы анализа физических измерений», направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по профилю «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», а также порядок подготовки к сдаче и проведения кандидатского экзамена по профилю «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

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.

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

Модуль «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» реализуется во втором семестре (первый курс аспирантуры).

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

Текущий контроль обеспечивается контролем посещения занятий.

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. Практические вопросы химической физики - 216 часов/6 зачетных единиц.
- 2.1 Дополнительные главы современной химической физики - 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 химической и биологической физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практические вопросы химической физики

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 1, семестр 2

профиль

Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

Д.х.н., проф. А. В. Бакланов

Д.х.н, доцент А. А. Онищук

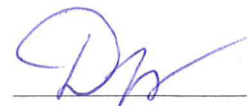
Старший преподаватель, к.х.н. И. П. Поздняков

Старший преподаватель, к.ф.-м.н. А. П. Пыряева

Заведующий кафедрой химической и биологической физики ФФ
д.ф.-м.н., профессор Дзюба С.А.

Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м. н., проф. Цыбуля С.В.



Новосибирск 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Практические вопросы химической физики».....	7
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	7
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	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	14

Аннотация
к рабочей программе дисциплины «Практические вопросы химической физики»
Направление: 03.06.01 Физика и астрономия
Направленность (профиль): Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Дисциплина «Практические вопросы химической физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Практические вопросы химической 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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

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.

Дисциплина имеет своими целями:

- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам химической 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 химической физике.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем, самостоятельная работа 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
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	
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.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
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.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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 «Практические вопросы химической физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» 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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». Дисциплина «Практические вопросы химической 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 химической 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 химической физике.

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

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

Для освоения дисциплины Практические вопросы химической физики аспирант должен обладать базовыми знаниями по квантовой механике, термодинамике, статистической физике, молекулярной спектроскопии.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение дисциплины Практические вопросы химической физики:

Кандидатский экзамен по модулю Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

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	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		32		44	138				2		
Всего: 216 часов /6 зачетных единиц из них: - контактная работа 78 часов												

- в интерактивных формах 76 часов
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.	Химическая кинетика	1-5	58		6		12	40			
2.	Химическая термодинамика	5-10	58		6		12	40			
3.	Электронная структура и спектроскопия атомов и молекул	11-16	58		6		12	40			
4.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	40		14		8	18			
5.	Дифференцированный зачет	17	2								2
Всего			216		32		44	138			2

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся практические занятия. Практические 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 занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

Задания разделены на три блока в соответствии с разделами дисциплины: химическая кинетика, химическая термодинамика, электронная структура и спектроскопия атомов и молекул.

План практических занятий.

1. Химическая кинетика
 - 1.1. Формальная кинетика
 - 1.2. Мономолекулярные и бимолекулярные реакции
 - 1.3. Теория переходного состояния

- 1.4. Кинетика реакций в жидкости
- 1.5. Цепные реакции
2. Химическая термодинамика
 - 2.1. Основные законы термодинамики. Термохимия
 - 2.2. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал
 - 2.3. Термодинамика растворов
 - 2.4. Термодинамика химического и фазового равновесия
 - 2.5. Термодинамика адсорбции и поверхностные явления
3. Электронная структура и спектроскопия атомов и молекул
 - 3.1. Электронная структура атомов и молекул
 - 3.2. Электронная спектроскопия
 - 3.3. Колебательная и вращательная спектроскопия
 - 3.4. Магниторезонансная спектроскопия

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.	8
Обсуждение задач, стоящих перед аспирантом в рамках его научно-исследовательской работы, и возможных способов их решения с привлечением различных методов.	36

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.	138

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Онищук А.А. Химическая термодинамика: учебное пособие [в 3 ч.] / А.А. Онищук; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2015.
2. Бакланов А.В. Химическая кинетика: учебное пособие / А.В. Бакланов; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2009. — 99 с.
3. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; предисл. Л.А. Грибова. — Изд. 4-е, стер. — Москва: УРСС: КомКнига, 2007. — 527 с.

5.2 Дополнительная литература

4. Дзюба С.А. Основы магнитного резонанса: учебное пособие: [для студентов, аспирантов вузов] / С.А. Дзюба; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2010. — 293 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Облачное хранилище литературы, методических пособий и списков заданий кафедры ХБФ <http://hf.nsu.ru/study.html>

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

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 по дисциплине «Практические вопросы химической физики» осуществляется на занятиях на основе проверки заданий для самостоятельного решения. Задания разделены на три блока в соответствии с разделами дисциплины: химическая кинетика, химическая термодинамика, электронная структура и спектроскопия атомов и молекул. Задания сдаются в форме беседы с преподавателем во время практических занятий, преподаватель проверяет правильность решения и задаёт уточняющие вопросы по решению. Текущий контроль успеваемости учитывается в рамках промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Практические вопросы химической физики» проводится по итогам завершения программы дисциплины в виде дифференцированного зачета. Для получения положительной оценки необходимо решить и сдать все блоки задач, предлагаемых в рамках проведения программы дисциплины.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Практические вопросы химической физики

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
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		Работа на практических занятиях Представление доклада Дифференцированный 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.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		Работа на практических занятиях Представление доклада Дифференцированный 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.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		Работа на практических занятиях Представление доклада Дифференцированный 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.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Дифференцир
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.	ованный зачет
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. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		Работа на практических занятиях Представление доклада Дифференцированный 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 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	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном

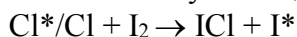
			негрубые ошибки.		объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	УК 5.3 ОПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми и 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

Перечень типовых задач для самостоятельного решения по дисциплине «Практические вопросы химической физики».

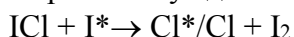
1.1. Задачи по разделу Химическая кинетика

1. Известно, что при возбуждении атома хлора в состояние $^2P_{1/2}$ (Cl^*) константа скорости реакции его с молекулой иода



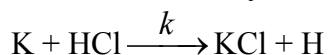
возрастает в 206 раз ($T=300$ К) по сравнению с реакцией атома хлора в основном состоянии $^2P_{3/2}$ (Cl).

Используя принцип детального равновесия, рассчитайте, какова вероятность образования атома хлора в возбужденном состоянии $^2P_{1/2}$ (Cl^*) в обратной реакции



при той же температуре, если разница в энергии этих состояний составляет $\Delta E = E(^2P_{1/2}) - E(^2P_{3/2}) = 882$ см⁻¹.

2. Для реакции атома калия К с молекулой хлористого водорода HCl

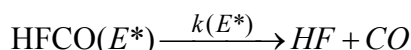


найдена зависимость сечения реакции σ от энергии относительного поступательного движения реагентов E_t следующим образом:

$$\sigma(E_t) = \begin{cases} 0 & \text{при } E_t < E_0 = 1,7 \text{ ккал/моль} \\ \sigma_0 \cdot (1 - E_0/E_t) & \text{при } E_t > E_0, \text{ где } \sigma_0 = 2,3 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2. \\ \sigma_0 \cdot (1 - E_0/E_t) & \text{при } E_t > E_0, \text{ где } \sigma_0 = 2,3 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2. \end{cases}$$

Рассчитайте константу скорости k этой реакции при $T=300$ К. Распределение по скоростям относительного движения реагентов описывается максвелловской функцией распределения. Массу атома хлора положить равной массе изотопа Cl^{35} .

3. Используя квантовый и классический варианты теории Касселя, рассчитать константу скорости мономолекулярного распада молекул формилфторида HF₂CO, имеющих фиксированную колебательную энергию E^* .



Величина активационного барьера этой реакции составляет $E_0 \approx 40$ ккал/моль ≈ 14000 см⁻¹. Молекула HFCO-нелинейная. Волновые числа колебаний молекулы положить одинаковыми и равными $\bar{\nu}_i = \bar{\nu} = 1000$ см⁻¹. Рассмотреть два варианта, при которых энергия возбуждения E^* молекулы превышает активационный барьер E_0 на 1000 и 5000 см⁻¹. Фактор вырождения пути реакции равен $L^\# = 1$.

4. Для реакции $\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{OH} + \text{Cl}$ (1) рассчитано сечение поверхности потенциальной энергии вдоль координаты реакции. Найдены классическая величина активационного барьера $\varepsilon_0^\ddagger = 7.4$ ккал/моль и следующие характеристики переходного состояния: комплекс $(\text{O}-\text{H}-\text{Cl})^\ddagger$ - линейный с расстояниями $r^\ddagger(\text{O}-\text{H}) = 1.14$ Å и $r^\ddagger(\text{H}-\text{Cl}) = 1.44$ Å, и частотами колебаний $\bar{\nu}_1^\ddagger = 484$ см⁻¹, $\bar{\nu}_2^\ddagger = \bar{\nu}_3^\ddagger = 514$ см⁻¹.

Нужно рассчитать константу скорости этой реакции по теории переходного состояния ($k_{\text{ПТС}}$) при температуре $T = 300$ К. Параметры молекулы HCl: $r(\text{H}-\text{Cl}) = 1.44$ Å, $\bar{\nu}_{\text{HCl}} = 2990$ см⁻¹. Массу атома хлора положить равной $m_{\text{Cl}} = 35$ а.е.м..

Кратность вырождения основного электронного состояния для активированного комплекса $g_{\text{эл}}^\ddagger$ принять равной кратности вырождения для основного электронного состояния реагентов.

Определить температурную зависимость предэкспонента константы скорости в пренебрежении вкладом колебательных статсумм. Какую температурную зависимость предсказывает теория переходного состояния для треугольного активированного комплекса.

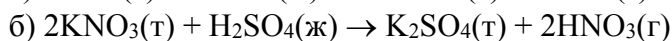
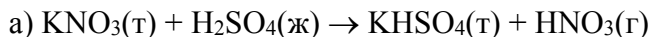
5. В результате действия фотолизующего импульса в водном растворе появляется органическая кислота AH в концентрации $[\text{AH}]_0 = 10^{-3}$ моль/л. В растворе происходит обратимая диссоциация кислоты на ионы



Найдите равновесное значение pH. Рассчитайте кинетику и оцените время установления кислотного равновесия (1), если считать, что образование кислоты AH в результате фотолиза происходит мгновенно. Константа равновесия (1) равна $K_a = 10^{-5}$ моль/л ($\text{p}K_a = 5$). Также известно, что обратная реакция с константой скорости k_{-1} является диффузионно-контролируемой (коэффициенты диффузии $D(\text{H}^+) = 9.3 \cdot 10^{-5}$ см²/с и $D(\text{A}^-) = 1 \cdot 10^{-5}$ см²/с, реакционный радиус $R_{\text{AH}} = 3$ Å).

1.2. Задачи по разделу Химическая термодинамика

1. При получении $\text{HNO}_3(\text{г})$ из $\text{KNO}_3(\text{т})$ идут две реакции:



Сколько выделится (или поглотится) тепла при получении 1 кг $\text{HNO}_3(\text{г})$, если 80 % ее образуется по первой реакции, а стандартные энтальпии образования соединений равны (в Дж моль⁻¹):

$\text{KNO}_3(\text{т})$	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж})$	$\text{HNO}_3(\text{г})$	$\text{KHSO}_4(\text{т})$	$\text{K}_2\text{SO}_4(\text{т})$
-492,5	-814,0	-133,9	-1146,4	-1433,7

2. В 1 кг воды при 0 °C положили кусок железа весом 0.5 кг, нагретый до 100 °C. Как изменится энтропия этих веществ и суммарная энтропия системы, если систему считать изолированной от окружающей среды.

Теплоемкости воды и железа равны соответственно 4.184 и 0.447 Дж г⁻¹ К⁻¹.

3. Изменение энергии Гиббса в результате испарения воды при 95°C и 1 атм равно $546 \text{ Дж}\cdot\text{моль}^{-1}$. Рассчитайте энтропию паров воды при 100°C , если энтропия жидкой воды равна $87.0 \text{ Дж}\cdot\text{моль}^{-1}\text{K}^{-1}$. Считать пар идеальным газом. Теплоемкость жидкой воды считать независимой от температуры и равной $4.21 \text{ Дж}\cdot\text{кг}^{-1}$.
4. Плотность хлорбензола при нормальной точке кипения (132°C) равна $0.9814 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ для жидкого и $0.00359 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ для насыщенного пара. Вычислите теплоту испарения при температуре кипения, если при ней $dP/dT = 20.5 \text{ мм рт. ст.}\cdot\text{K}^{-1}$. Сравните полученную величину с таковой же, если принять, что пар следует законам идеального газа.
5. Давление HCl над 4% (вес) водным раствором HCl при 25°C равно $4.4\cdot 10^{-4}$ Торр. Пользуясь законом Дебая-Хюккеля для сильных электролитов, оценить давление HCl над 2% (вес) раствором HCl.
6. Необратимая монослойная адсорбция молекул водорода на поверхность платины происходит диссоциативно. Рассчитайте, за какое время степень покрытия достигнет величины $\theta = 0,9$ при давлении 10^{-6} торр и $T = 300 \text{ K}$, если плотность адсорбционных центров на поверхности платины $N_0 = 10^{15} \text{ см}^{-2}$, коэффициент прилипания при ударе о поверхность $\epsilon = 0,001$.

1.3. Задачи по разделу Электронная структура и спектроскопия атомов и молекул

1. Протон попадает в ядро атома трития с мгновенным образованием иона гелия. Оценить вероятность, с которой ион гелия окажется в возбужденном состоянии.
2. Найти волновые функции основного терма конфигурации $2s^1 2p^1$ в случае LS и j-j связи.
3. Найти термы конфигурации p^3 в случае LS и j-j связи, построить корреляцию термов.
4. Определить количество и тип молекулярных термов, которые могут возникнуть при сближении двух атомов азота в состояниях: а) $N(^2P)$ и $N(^2D)$, б) $N(^2P)$ и $N(^2P)$.
5. Определить изменение энергии разрешенных π - π электронных переходов в молекуле бензола при введении CH_3 заместителя. Считать, что заместитель не меняет группу симметрии.
6. Определить по теории возмущений места преимущественной атаки молекулы гидроксоциклобутана электрофилом, радикалом и нуклеофилом. Считать параметры k и h для OH группы равными единице, а число электронов на орбитали заместителя равным два. Сравнить результат по ТВ с решением по методу МОХ.

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 химической и биологической физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы современной химической физики

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 1, семестр 2

профиль

Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

Д.х.н., проф. Н. П. Грицан



Заведующий кафедрой химической и биологической физики ФФ
д.ф.-м.н., профессор Дзюба С.А.



Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м. н., проф. Цыбуля С.В.



Новосибирск, 2020

Содержание

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Дополнительные главы современной химической физики»	22
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	24
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	25
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	25
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	26
5. Перечень учебной литературы	27
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	27
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	28
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	28
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	28
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	29

Аннотация
к рабочей программе дисциплины «Дополнительные главы современной химической физики»»
Направление: 03.06.01 Физика и астрономия
Направленность (профиль): Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Дисциплина «Дополнительные главы современной химической физики» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» профиль подготовки «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» по очной форме обучения на русском языке. Дисциплина «Дополнительные главы современной химической 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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

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.

Дисциплина ставит перед собой основную цель познакомить аспирантов с новейшими достижениями и проблемами современной химической физики, а также смежных областей физики. Для докладов на еженедельных лекциях привлекаются ведущие ученые академических институтов, приглашенные отечественные и зарубежные профессора. Доклады носят узкоспециальный характер и сопровождаются большим количеством вопросов к докладчику и продолжительными дискуссиями после доклада.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции (прослушивание докладов научных сотрудников и участие в дискуссии в формате семинаров), практические занятия, доклады обучающихся по тематике, связанной с выполнением их научной работы, индивидуальная работа с преподавателем/консультации в период занятий. самостоятельная подготовка обучающихся, 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
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	
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.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
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.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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	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.	Современные методы магнитного резонанса и их применение для исследования свойств функциональных материалов: молекулярных магнетиков и пористых координационных полимеров.	1-4	19		5	4	10			
2.	Применение методов магнитного резонанса в биологии и медицине: ЯМР и ЭПР методы в исследовании структуры биополимеров.	5-9	19		5	4	10			
3.	Теория переноса электрона и ее применение для объяснения процессов в растворах, твердых телах и биологических системах.	10-12	19		5	4	10			
4.	Применение методов химической физики (лазерный импульсный фотолиз, метод ЭПР, рентгеноструктурный анализ, твердотельный ЯМР) для исследования фотохимических и каталитических процессов.	13-16	19		5	4	10			
5.	Научные доклады обучающихся по тематикам их научных исследований	1-16	30		12	6	12			
6.	Зачет		2							2
Всего			108		32	22	52			2

Практические 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 занятиях также заслушиваются доклады обучающихся по заданным темам, сопровождающиеся уточняющими вопросами со стороны преподавателя и других обучающихся. Темы закрепляются в ходе самостоятельной работы обучающегося по решению задач с использованием рекомендованной литературы, а также в процессе научно-исследовательской деятельности.

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 различных методов.	16

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.	52

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Дзюба С.А. Основы магнитного резонанса: учебное пособие: [для студентов, аспирантов вузов] / С.А. Дзюба; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2010, 293 с.: ил.; 25 см. ISBN 978-5-94356-844-2
2. Айхлер Ю., Айхлер Г.И. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой Москва: Техносфера, 2008, 438 с.: ил., цв. ил., табл.; 25 см (Мир физики и техники; II; 10) ISBN 978-5-94836-167-3
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Пер. с англ.: Учебное пособие. В 2 томах. – Долгопрудный: Изд. Дом Интеллект, 2012, 784 с.

5.2 Дополнительная литература

4. Лен, Жан-Мари. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы / Пер.с англ. Е.В. Болдыревой; Под ред. В.В.Власова, А.А.Варнека Новосибирск : Наука, 1998, 333 с. : ил. ISBN 502031603.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Облачное хранилище литературы, методических пособий и списков заданий кафедры ХБФ <http://hf.nsu.ru/study.html>

Обучающийся в аспирантуре должен уметь самостоятельно осуществлять научный поиск литературы, необходимой при подготовке доклада по избранной теме.

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, и заключается в презентации аспирантом доклада по одному из разделов программы курса. Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при прохождении промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Дополнительные главы современной химической 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.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Дополнительные главы современной химической физики

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
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	Работа на практических занятиях Представление
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в	доклада 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.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		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.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		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.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		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.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.		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 (не зачтено)	Пороговый уровень (зачтено)	Базовый уровень (зачтено)	Продвинутый уровень (зачтено)
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

Примерная тематика докладов

1. Супрамолекулярные фотопроцессы в слабосвязанных комплексах.
2. Пористые координационные полимеры - новые функциональные материалы.
3. Реакции переноса электрона. Теоретическое описание.
4. Химические методы преобразования низкотемпературного тепла.
5. Рентгеновские исследования при высоких давлениях.
6. ЭПР в исследованиях молекулярных магнетиков.
7. Применение методов магнитного резонанса в биологии и медицине.
8. Природа железо-кислородных интермедиатов, ведущих селективное окисление С=C и С-Н связей органических молекул каталитическими системами на основе негемовых комплексов железа.
9. Фотохимия, биохимия и биофизика хрусталика глаза человека.
10. Нанодинамика в неупорядоченных и биологических средах по данным импульсной спектроскопии ЭПР.
11. Влияние молекулярной подвижности на функциональные свойства новых материалов: взгляд на динамику в условиях ограниченной геометрии при помощи 2H ЯМР спектроскопии твердого тела.
12. Роль механических свойств твердых тел в их реакционной способности: макроскопические механические эффекты в гомогенных превращениях и механизм формирования механо-реакционной зоны в гетерогенных реакциях.
13. Необычные комплексы f-элементов – соединения, которые не должны существовать
14. Гибридные материалы на основе графена и углеродных нанотрубок.
15. Современные возможности ЯМР спектроскопии в твердом теле. ЯМР кристаллография.
16. Диполь-дипольное взаимодействие спинов в электронном спиновом эхо: нанокластеры в биологических мембранах.
17. Современная нанотехнология: практические применения и перспективы.
18. Фотохимические и фотофизические процессы в галоидных комплексах платины.
19. Допирование азотом – как способ изменения свойств углеродных нанотрубок.
20. Inhibitor Binding to Cytochrome P-450 Enzymes: EPR and Optical Spectra.

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»	35
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	37
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	38
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	38
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	39
5. Перечень учебной литературы	42
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся	42
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	43
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	43
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	43
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине	44

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
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	
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.
УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
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.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
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.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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
Всего			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, χ^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 χ^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
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	Работа на практических занятиях Представление
УК-1.1	Знать актуальные исследования и критически анализировать результаты предшественников и современные достижения в	доклада 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.	
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития		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.	
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий		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.	
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки		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.	
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки		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. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми и 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

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 химической и биологической физики

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

Модуль

«Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»

направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Курс 1, семестр 2

профиль

Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Форма обучения: **очная**

Разработчики:

Д.х.н., проф. А. В. Бакланов

Д.х.н, проф. А. А. Онищук

К.ф.-м.н., доцент В. Г. Киселев

Заведующий кафедрой химической и биологической физики ФФ

д.ф.-м.н., профессор Дзюба С.А.

Ответственный за образовательную программу:

д.ф-м. н., проф. Цыбуля С.В.



Новосибирск 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы -----	50
2. Место модуля в структуре образовательной программы -----	51
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 -----	51
4. Содержание модуля, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий -----	52
5. Перечень учебной литературы -----	52
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 -----	54
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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» проводится оценка универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (портфолио), полученных в рамках прохождения дисциплин Практические вопросы химической физики, Дополнительные главы современной химической физики или Методы анализа физических измерений. В состав портфолио входят перечень типовых задач для самостоятельного решения, перечень и презентации докладов, подготовленных обучающимся самостоятельно в рамках освоения дисциплин модуля.

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины
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	
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.
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	
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, владеть приемами осознания собственных достижений с целью их совершенствования.
УК-5.3	Обладать знаниями, достаточными для выполнения научных исследований на современном мировом уровне в применении к профессиональной области деятельности в зависимости от специфики объекта исследования.
ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
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.
ПК-1. Способность построения теоретических моделей физических явлений и процессов в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	

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.
ПК-2. Способность к решению научных и практических задач в области физики в зависимости от специфики профиля подготовки.	
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 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества:

1. Практические вопросы химической физики
- 2.1 Дополнительные главы современной химической физики
- 2.2 Методы анализа физических измерений

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо освоение модуля Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества:

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		64		66	190	32	2	2	2	2
Всего 360 часов /10 зачетных единиц из них: - контактная работа 138 часов - в интерактивных формах 64 часа											
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	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 перед				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Б.1.В. ОД.									
1.1.	Практические вопросы химической физики	1-17	216		32	44	138			2
2	Б.1.В. ВД.									
2.1.	Дополнительные главы современной химической физики	1-17	108		32	22	54			2
2.2.	Методы анализа физических измерений	1-17	108	20	32		54			2
3.	Кандидатский экзамен		36					32	2	2
Всего			360	20	64	66	192	32	2	6
Общий объем контактной работы составляет 138 часов, в интерактивных формах – 130 часа										

Самостоятельная работа обучающихся

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к кандидатскому экзамену по специальности	32

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Онищук А.А. Химическая термодинамика: учебное пособие [в 3 ч.] / А.А. Онищук; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2015.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов: [в 10 т.] / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Москва: Наука, 19 -22 см. Т.5: Статистическая физика. Ч.1 / дополнения Е.М. Лифшица и Л.П. Питаевского Изд. 3-е, доп1976, 583, [1] с.

3. Герасимов Я.И. и др., Курс физической химии: [Учеб. пособие для хим. фак. ун-тов. Т.2. / Я.И. Герасимов, В.П. Древинг, Е.Н. Еремин и др.]; Под общ. ред. Я.И. Герасимова 2-е изд., испр.М.: Химия, 1973, 623 с.
4. Кубо Р., Термодинамика: современный курс с задачами и решениями: [учебное пособие для студентов вузов]/Р. Кубо, сост. при участии Х. Ичимура [и др.]; пер. с англ. А.Г. Башкирова, Е.Е. Тареевой; под ред. Д.Н. Зубарева, Н.М. Плакиды Москва: Мир, 1970, 302, [2] с.
5. Красноперов Л.Н., Химическая кинетика: учеб. пособие / Л.Н. Красноперов; Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: НГУ, 1988, 92 с.
6. Бакланов А.В. Химическая кинетика: учебное пособие / А.В. Бакланов; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2009. — 99 с.
7. Докторов А.Б., Иванов К.Л., Основы теории элементарных реакций: учебное пособие: [для студентов физических факультетов вузов, специализирующихся в области химической физики] / А.Б. Докторов, К.Л. Иванов; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. хим. и биол. Физики Новосибирск: Издательско-полиграфический центр НГУ, 2017 211 с.: ил.; 20 см. ISBN 978-5-4437-0689-4.
8. Бажин Н. М., Салихов К. М. Атом: Учеб. пособие / Н.М. Бажин, К.М. Салихов; Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: НГУ, 1986, 87 с..
9. Плюснин В.Ф., Бажин Н. М. Краткий курс строения вещества: Двухатомные молекулы: Метод. разработка / [Авт.-сост. В.Ф. Плюснин, Н.М. Бажин]; Новосиб. гос. ун-т, Фак. естеств. наук, Каф. физ. Химии Новосибирск: НГУ, 1991, 93 с.
10. Плюснин В. Ф., Бажин Н. М. Краткий курс строения вещества. Электронная спектроскопия координационных соединений: учебное пособие: [для студентов физических и химических факультетов университетов] / В.Ф. Плюснин, Н.М. Бажин; Гос. ком. Рос. Федерации по высш. образованию, Новосиб. гос. ун-т Новосибирск: Редакционно-издательский отдел НГУ, 1995 96 с. ISBN 5-230-13598-0.
11. Фларри Р. Группы симметрии: Теория и хим.прил. / Пер.с англ. Е.С.Крячко М.: Мир, 1983 395 с.
12. Дзюба С.А. Основы магнитного резонанса: учебное пособие: [для студентов, аспирантов вузов] / С.А. Дзюба; Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2010. — 293 с.

Дополнительная литература

13. Горшков В.И., Кузнецов И.А., Основы физической химии: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности "Биология" / В.И. Горшков, И.А. Кузнецов 4-е изд Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 407 с.: ил.. табл.; 22 см (Химия) ISBN 978-5-9963-0546-9.
14. Пригожин И., Дефэй Р., Химическая термодинамика / И. Пригожин, Р. Дефэй; пер. с англ. [М.М. Андрушевича и др.]; под ред. В.А. Михайлова 2-е изд. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2009, 533 с.: ил.; 24 см (Классика и современность, Естествознание) ISBN 978-5-9963-0201-7
15. Гиббс Дж. В., Термодинамика. Статистическая механика: [перевод с английского] / Д. В. Гиббс; АН СССР Москва: Наука, 1982, 584 с.: ил., [1] л. портр.; 22 см (Классики науки).

16. Оно С., Кондо С., Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях / С. Оно, С. Кондо; пер. с англ. С.И. Анисимова, Т.Л. Перельмана; под ред. И.З. Фишера Москва: Изд-во иностр. лит., 1963, 292 с.

17. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; предисл. Л.А. Грибова. — Изд. 4-е, стер. — Москва: УРСС: КомКнига, 2007. — 527 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Размещение учебных материалов: Облачное хранилище литературы, методических пособий и списков заданий кафедры ХБФ <http://hf.nsu.ru/study.html>

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 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» представляет собой контроль результатов освоения дисциплин, входящих в состав модуля: «Практические вопросы химической физики», «Дополнительные главы современной химической физики» 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 и задач.

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 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

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

Шифр компетенций	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 предшественников и современные достижения 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.	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	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки. Отсутствуют умения при выявлении и	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и

		<p>профессионально-значимых задач. (УК-5.1). Уметь выявлять и формулировать проблемы собственного профессионального развития. (УК-5.2). 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>Наличие 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. Демонстрирует навыки владения приемами выполнения научных исследований на современном мировом уровне</p>	<p>аргументированно отвечает на 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). Уметь определять и применять современные научные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии в зависимости от</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. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок либо не отвечает на дополнительные вопросы.</p>	<p>Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы. На высоком уровне демонстрирует</p>

		<p>специфики объекта исследования (ОПК-1.2). Владеть способностью составлять и представлять научные обзоры, доклады (ОПК-1.3).</p>	<p>коммуникационные технологий. Доклад не последователен, не ясна суть работы</p>	<p>научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологии. Доклад не в полной мере отражает суть работы, нарушена последовательность</p>	<p>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, последователен.</p>	<p>умения при определении применения современных научных методов исследования и информационно-коммуникационные технологий. Доклад отражает суть работы, последователен.</p>
ПК-1	Вопрос экзаменационного билета	<p>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 профиля подготовки и объекта исследования. (ПК-1.2).</p>	<p>Не демонстрирует либо демонстрирует отдельные несвязанные знания и умения в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует общие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности</p>	<p>Демонстрирует хорошие знания и умения базовых понятий в профессиональной области деятельности, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>Демонстрирует углубленные знания и умения базовых понятий и моделей в профессиональной области деятельности</p>

ПК-2	<p>Вопрос экзаменационного билета</p>	<p>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)</p>	<p>Не владеет (знания, умения) основными физическими понятиями и законами в профессиональной области деятельности</p>	<p>Владеет базовыми (знания, умения) понятиями в профессиональной области деятельности</p>	<p>Владеет (знания, умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности, и понимает их взаимосвязь, но допускает некоторые несущественные ошибки, неточности в формулировках</p>	<p>Свободно владеет (знания, умения) всеми понятиями, в профессиональной области деятельности, понимает их взаимосвязь и границы применимости</p>
------	---------------------------------------	---	---	--	---	---

Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по модулю

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается комиссией. Каждая решённая задача и 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 пороговый уровень при решении не менее двух задач из разных категорий. Если решено более двух задач из разных категорий, при дальнейшем расчете итоговой оценки учитывают два лучших результата решения задач из разных категорий.

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 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 базовых понятий, моделей, гипотез и концепций, свободно владеет всеми основными разделами современной химической 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>Новосибирский государственный университет</p> <p>Кандидатский экзамен</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">наименование модуля</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">наименование образовательной программы</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №</p> <p>1. Две задачи из категории 1. 2. Задача из категории 2. 3. Две задачи из категории 3. 4. Вопрос из категории 1. 5. Вопрос из категории 2. 6. Вопрос из категории 3.</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 задач (одна задача из второй категории, по две задачи из первой и третьей категорий) и из трёх вопросов, по одному из каждой категории. Категории представляют собой основные разделы химической и биологической физики: категория 1 – химическая кинетика, категория 2 – химическая термодинамика, категория 3 - электронная структура и спектроскопия атомов и молекул.

Первая часть экзамена (решение задач) проводится в письменной форме и в установленное время.

Примерный перечень экзаменационных задач, структурированный по категориям, представлен в таблице 1.2

Таблица 1.2.

Категория	Формулировка задачи
Категория 1 Задачи по разделу Химическая кинетика	Известно, что в реакции электронновозбужденного атома иода I* в состоянии (² P _{1/2}) с молекулой ICl $I^* + ICl \rightarrow I_2 + Cl^*/Cl$ (1) при T=300 K атомы хлора с вероятностью 60 % образуются в возбужденном состоянии ² P _{1/2} (Cl*). Используя принцип детального

	<p>равновесия, рассчитайте, во сколько раз отличается константа скорости обратной реакции</p> $\text{Cl}^* + \text{I}_2 \rightarrow \text{ICl} + \text{I}^*$ <p>с участием возбужденного атома $\text{Cl}(^2\text{P}_{1/2})$ по сравнению с реакцией невозбужденного атома $\text{Cl}(^2\text{P}_{3/2})$. Разность энергий этих состояний атома хлора равна: $\Delta E = E(^2\text{P}_{1/2}) - E(^2\text{P}_{3/2}) = 882 \text{ см}^{-1}$.</p>
	<p>Известно, что при возбуждении атома брома в состояние $^2\text{P}_{1/2}$ (Br^*) константа скорости реакции его с молекулой I^*Br</p> $\text{Br}^*/\text{Br} + \text{I}^*\text{Br} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{I}^*$ <p>возрастает в $3.8 \cdot 10^8$ раз ($T=300 \text{ K}$) по сравнению с реакцией атома брома в основном состоянии $^2\text{P}_{3/2}$ (Br).</p> <p>Используя принцип детального равновесия, рассчитайте, какова вероятность образования атома брома в возбужденном состоянии $^2\text{P}_{1/2}$ (Br^*) в обратной реакции</p> $\text{Br}_2 + \text{I}^* \rightarrow \text{Br}^*/\text{Br} + \text{I}^*\text{Br}$ <p>при той же температуре, если разница в энергии этих состояний составляет</p> $\Delta E = E(^2\text{P}_{1/2}) - E(^2\text{P}_{3/2}) = 3685 \text{ см}^{-1}$
	<p>Известно, что в элементарной реакции фторметильного радикала с бромистым водородом</p> $\text{HBr} + \text{CH}_2\text{F} \rightarrow \text{Br}^*/\text{Br} + \text{CH}_3\text{F}$ <p>при $T=373 \text{ K}$ атомы брома образуются в возбужденном $^2\text{P}_{1/2}(\text{Br}^*)$ и в основном $^2\text{P}_{3/2}(\text{Br})$ состояниях в соотношении $[\text{Br}(^2\text{P}_{1/2})]/[\text{Br}(^2\text{P}_{3/2})] = 6.8 \cdot 10^{-4}$.</p> <p>Используя принцип детального равновесия, рассчитайте, во сколько раз отличается константа скорости обратной реакции</p> $\text{Br}^*/\text{Br} + \text{CH}_3\text{F} \rightarrow \text{HBr} + \text{CH}_2\text{F}$ <p>с участием возбужденного атома $\text{Br}(^2\text{P}_{1/2})$ по сравнению с реакцией невозбужденного атома $\text{Br}(^2\text{P}_{3/2})$.</p> <p>Разность энергий этих состояний атома брома равна: $\Delta E = E(^2\text{P}_{1/2}) - E(^2\text{P}_{3/2}) = 3685 \text{ см}^{-1}$.</p>
	<p>В цилиндрический реактор диаметром 2 см заводится излучение ртутной лампы ($\lambda=330 \text{ нм}$) мощностью 1 мВт. При этом излучение полностью заполняет сечение реактора. В реакторе при $T=300 \text{ K}$ находится молекулярный хлор Cl_2 при давлении 1 Торр, разбавленный гелием He (полное давление 1 атм). При поглощении кванта света молекулярный хлор (сечение поглощения $\sigma = 2.2 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$) диссоциирует на два атома. В объеме реактора идет процесс рекомбинации атомов хлора:</p> $\text{Cl} + \text{Cl} + \text{He} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{He} \quad k = 6 \cdot 10^{-33} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ <p>Найдите стационарную концентрацию атомов хлора $[\text{Cl}]_{\text{ст}}$ в кювете и оцените время установления стационарной концентрации после начала облучения. Изменением интенсивности излучения по длине реактора, связанным с поглощением, можно пренебречь.</p>
	<p>Один из механизмов разрушения озона в стратосфере связан с присутствием фреонов. Ниже приведен механизм разложения O_3, связанный с фотодиссоциацией фреона CF_2Cl_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $\text{CF}_2\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CF}_2\text{Cl} + \text{Cl} \quad k_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$ 2. $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2 \quad k_2 = 9.6 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ 3. $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2 \quad k_3 = 3.8 \cdot 10^{-11} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ 4. $\text{Cl} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3 \quad k_4 = 3 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$

	<p>Рассчитайте стационарную концентрацию атомов хлора Cl и среднюю длину цепи для приведенного выше процесса. Получите выражение для скорости разложения озона на высоте 20 км и рассчитайте ее, если концентрации веществ, участвующих в приведенных выше реакциях, на этой высоте равны $[CF_2Cl_2]=2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$, $[O_3]=2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, $[O]=2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$ и $[CH_4]=3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$.</p> <p>В цилиндрическую кювету сечением 1 см^2 с раствором иода I_2 ($[I_2]=10^{-4} \text{ М}$) в спирте заводится излучение ртутной лампы с длиной волны $\lambda=436 \text{ нм}$ и мощностью 1 мВт. Излучение полностью заполняет реактор. При поглощении этого излучения (сечение поглощения $\sigma=1.2 \cdot 10^{-19} \text{ см}^2$) молекула I_2 диссоциирует с квантовым выходом $\varphi=0.1$ с образованием атомов иода:</p> $I_2+h\nu \rightarrow I+I.$ <p>Далее атомы рекомбинируют в диффузионно-контролируемой реакции:</p> $I+I \xrightarrow{k_D} I_2.$ <p>Найдите кинетику и оцените время установления стационара. Коэффициент диффузии атомов I в спирте положить равным $D_I=1.6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, радиус атома I равен $R_I=1.4 \text{ \AA}$. Изменением интенсивности излучения по длине реактора, связанным с поглощением, можно пренебречь.</p>										
<p>Категория 2 Задачи по разделу Химическая термодинамика</p>	<p>При получении $HNO_3(г)$ из $KNO_3(т)$ идут две реакции:</p> <p>а) $KNO_3(т) + H_2SO_4(ж) \rightarrow KHSO_4(т) + HNO_3(г)$ б) $2KNO_3(т) + H_2SO_4(ж) \rightarrow K_2SO_4(т) + 2HNO_3(г)$</p> <p>Сколько выделится (или поглотится) тепла при получении 1 кг $HNO_3(г)$, если 80 % ее образуется по первой реакции, а стандартные энтальпии образования соединений равны (в Дж моль⁻¹):</p> <table border="1" data-bbox="507 1160 1497 1272"> <thead> <tr> <th>$KNO_3(т)$</th> <th>$H_2SO_4(ж)$</th> <th>$HNO_3(г)$</th> <th>$KHSO_4(т)$</th> <th>$K_2SO_4(т)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-492,5</td> <td>-814,0</td> <td>-133,9</td> <td>-1146,4</td> <td>-1433,7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Плотность хлорбензола при нормальной точке кипения (132 °С) равна $0.9814 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ для жидкого и $0.00359 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ для насыщенного пара. Вычислите теплоту испарения при температуре кипения, если при ней $dP/dT = 20.5 \text{ мм рт. ст.} \cdot \text{К}^{-1}$. Сравните полученную величину с таковой же, если принять, что пар следует законам идеального газа.</p> <p>Определить температуру кипения раствора, содержащего 4 вес. % $C_6H_5NH_2$ и 2.6 вес. % $C_6H_5NO_2$ в этиловом спирте, если температура кипения чистого этанола равна 78.3 °С, а его эбулиоскопическая константа равна $1.2 \text{ К} \cdot \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$.</p> <p>Давление HCl над 4% (вес) водным раствором HCl при 25 °С равно $4.4 \cdot 10^{-4} \text{ Торр}$. Пользуясь законом Дебая-Хюккеля для сильных электролитов, оценить давление HCl над 2% (вес) раствором HCl.</p>	$KNO_3(т)$	$H_2SO_4(ж)$	$HNO_3(г)$	$KHSO_4(т)$	$K_2SO_4(т)$	-492,5	-814,0	-133,9	-1146,4	-1433,7
$KNO_3(т)$	$H_2SO_4(ж)$	$HNO_3(г)$	$KHSO_4(т)$	$K_2SO_4(т)$							
-492,5	-814,0	-133,9	-1146,4	-1433,7							
<p>Категория 3 Задачи по разделу Электронная структура и спектроскопия</p>	<p>Протон попадает в ядро атома трития с мгновенным образованием иона гелия. Оценить вероятность, с которой ион гелия окажется в возбужденном состоянии.</p> <p>Найти волновые функции основного терма конфигурации $2s^1 2p^1$ в случае LS и j-j связи.</p> <p>Найти термы конфигурации p^3 в случае LS и j-j связи, построить корреляцию термов.</p>										

атомов и молекул	Определить количество и тип молекулярных термов, которые могут возникнуть при сближении двух атомов азота в состояниях: а) $N(^2P)$ и $N(^2D)$, б) $N(^2P)$ и $N(^2P)$.
	Определить электронное строение, основной терм и разрешенные оптические переходы для линейного радикала N_3 . Учитывать взаимодействие только р-орбиталей и считать $\beta_\sigma > \beta_\pi$.
	Определить электронное строение и распределение спиновой плотности π -системы катион-радикала $OH-CH=CH_2^{\bullet+}$. Считать, что атом кислорода подают в π -систему одну пару электронов, $\alpha_O = \alpha_C + \beta_{CO} = \alpha + \beta$; $\beta_{CO} = \beta_{CC} = \beta$.

Вторая часть экзамена (ответы на вопросы) проводится в устной форме.

Перечень вопросов экзамена, структурированный по категориям, представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3.

Категория	Формулировка вопроса
Категория 1 Вопросы по разделу Химическая кинетика	Основные предположения теории переходного состояния и выражение для константы скорости. Вычисление константы скорости для мономолекулярных реакций в пределе низких и высоких температур. Нормальные значения предэкспонента константы скорости мономолекулярной реакции. Вариация значения предэкспонента в зависимости от строения переходного состояния.
	Туннельный эффект в элементарных химических реакциях. Зависимость вероятности туннелирования от ширины барьера и массы туннелирующей частицы. "Расстояние туннелирования" протона (атома водорода) и электрона. Изотопный эффект в реакциях туннелирования. Кинетика туннельных реакций. Примеры реакций туннелирования в природе.
	Мономолекулярные реакции. Микроканоническая константа скорости. Квантовый и классический варианты теории Касселя. Зависимость константы скорости мономолекулярного распада от давления. Схема Линдемана. Переходное давление $p_{1/2}$ для реакции диссоциации двухатомных молекул.
	Теория Райса-Рамспергера-Касселя-Маркуса (РРКМ). Выражение для микроканонической константы скорости мономолекулярной реакции. Плотность колебательных состояний молекулы и сумма состояний активированного комплекса.
	Неразветвленные цепные реакции. Кинетика установления квазистационарного режима протекания неразветвленной цепной реакции. Скорость цепной реакции. Средняя длина цепи. Примеры цепных реакций: реакция хлорирования водорода, разложение озона в атмосфере с участием фреонов.
	Теория столкновений. Модель «линии центров» для бимолекулярной реакции. Сечение реакции и его зависимость от кинетической энергии относительного движения реагентов. Расчет константы скорости бимолекулярной реакции.
	Диффузионный и кинетический пределы константы скорости бимолекулярной реакции в жидкости. Константа скорости диффузионно-контролируемой реакции нейтральных частиц. Частота столкновений и частота встреч реагентов в растворе. Время жизни клеточной пары. Эффект клетки.

	Реакции переноса электрона в растворах. Теория Маркуса. Энергия реорганизации среды. Константа скорости.
	Разветвленные цепные реакции. Кинетика протекания разветвленной цепной реакции. Предельные явления. Реакция окисления водорода. Первый и второй пределы воспламенения. Полуостров воспламенения. Механизмы разветвления цепей. Энергетическое разветвление цепей.
	Автокатализ. Колебательные реакции. Механизм Лотки.
	Неадиабатические переходы. Формула Ландау-Зинера. Предиссоциация.
Категория 2 Вопросы по разделу Химическая термодинамика	Термохимия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Зависимость теплового эффекта от температуры (уравнение Кирхгофа).
	Цикл Карно; Энтропия; Обратимые и необратимые процессы.
	Характеристические функции. Термодинамические потенциалы – внутренняя энергия, энтальпия, потенциал Гельмгольца, потенциал Гиббса. Ω - потенциал. Условия, определяющие направленность термодинамического процесса.
	Термодинамика многокомпонентных систем. Понятие компонента. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема.
	Химический потенциал идеального газа. Летучесть. Химический потенциал идеального и реального растворов.
	Идеальный раствор. Теория слабых растворов.
	Температура замерзания и температура кипения растворов. Описание этих явлений в рамках теории слабых растворов.
	Осмос. Термодинамика осмотического давления в рамках теории слабых растворов.
	Давление пара над жидкой смесью. Отклонения от закона Рауля. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные растворы. Законы Коновалова. Ограниченно смешивающиеся жидкости.
	Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Работа образования ионной атмосферы. Коэффициент активности в теории сильных электролитов.
	Химическое равновесие. Зависимость константы химического равновесия от температуры.
	Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца реакции. Уравнения Вант-Гоффа (изотерма химической реакции).
	Термодинамика фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
	Фазовое равновесие Двухкомпонентные системы с одной фазой переменного состава. Эвтектика.
	Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Неконкурентная недиссоциативная адсорбция. Конкурентная недиссоциативная адсорбция. Диссоциативная адсорбция.
	Уравнение изотермы полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта и Теллера (уравнение БЭТ).
Термодинамическое определение поверхностного натяжения. Разделяющая поверхность Гиббса. Эффект кривизны поверхности в термодинамических уравнениях.	
Зависимость поверхностного натяжения от кривизны поверхности раздела. Уравнение Толмана для поверхностного натяжения.	
Классическая теория поверхностного натяжения. Поверхностное давление. Уравнение Лапласа. Уравнение Кельвина (Томсона).	

<p>Категория 3 Вопросы по разделу Электронная структура и спектроскопия атомов и молекул</p>	<p>Использование представлений симметрии при рассмотрении реакционной способности, правила Вудворда – Хоффмана для синхронных реакций.</p>
	<p>Колебательная структура электронных переходов. Принцип Франка-Кондона. Диаграммы Яблонского. Запрещенные переходы. Заимствование интенсивности при учете малых взаимодействий</p>
	<p>Форма линии в магнитном резонансе и молекулярное движение. Эффекты обмена в спектрах магнитного резонанса. Модифицированные уравнения Блоха. Медленный и быстрый обмены.</p>
	<p>Свободная индукция и спиновое эхо. Угол поворота и условие полного возбуждения спектра. Первичное и стимулированное эхо. Метод Карра-Парселла-Мейбум-Гилла. Измерение T1. Спиновое эхо в ЯМР для системы AX. Импульсная Фурье-спектроскопия.</p>
	<p>Виды люминесценции: природа и условия наблюдения. Поляризация люминесценции и ее тушение. Контактный и дистанционный механизм тушения. Теория диффузионного тушения. Концентрационное тушение и миграция энергии. Теория резонансной миграции Фёрстера.</p>
	<p>ЯМР в жидкости. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие. Система A_nX_m. Отсутствие спин-спинового расщепления в спектре для эквивалентных спинов. Система АВ: уровни энергии, интенсивности и частоты переходов.</p>
	<p>ЯМР в твердых телах. Магнитное диполь-дипольное взаимодействие ядер. Уровни энергии и спектр ЯМР системы двух неэквивалентных спинов. Форма спектра в полиориентированной системе. Вращение образца под магическим углом.</p>
	<p>Электронная структура многоатомных молекул. Симметрия многоатомных молекул: конечные точечные группы симметрии и их представления. Построение таблиц характеров групп.</p>
	<p>Атомы во внешних полях. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. Продольное и поперечное наблюдение излучения.</p>
	<p>Приближение Борна-Оппенгеймера. Потенциальные кривые. Классификация термов двухатомных молекул. Метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей для двухатомных молекул. Правила Вигнера-Витмера.</p>
	<p>Метод молекулярных орбиталей для многоатомных молекул. Приближение Хюккеля. Циклические системы, альтернантные системы.</p>
<p>Комплексные соединения. Теория кристаллического поля. Теория поля лигандов.</p>	
<p>Классификация атомных термов. Термы многоэлектронных атомов в приближениях $[L,S]$ и $[j,j]$ связей, правила Хунда. Правила отбора для электронных переходов. Периодическая система химических элементов и принцип построения.</p>	

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, осваивающих модуль «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» 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.

