

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 21.07.2025 12:24:28  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет Естественнонаучный  
Кафедра Общей и теоретической физики

Одобрено на заседании Совета факультета  
Утверждаю декан факультета  
И. М. Мунасыпов

**Программа государственной итоговой аттестации**

**Б4.Б.01(Г) Государственный экзамен**

по программе аспирантуры

***Теплофизика и теоретическая теплотехника***

наименование образовательной программы

направления

**03.06.01**

код

***Физика и астрономия***

наименование направления

Разработчики (составители)

***д.т.н., профессор Филиппов А. И.***

***к.ф.-м.н., доцент Зеленова М. А.***

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Пояснительная записка.....</b>	<b>3</b>
1.1. Цель государственной итоговой аттестации .....	3
1.2. Место государственной итоговой аттестации в структуре образовательной программы.....	3
1.3. Формы государственной итоговой аттестации. Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации .....	3
<b>2. Содержание государственной итоговой аттестации.....</b>	<b>3</b>
2.1. Программа государственного экзамена .....	3
<b>3. Оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по направлению подготовки .....</b>	<b>5</b>
3.1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы.....	5
<b>4. Учебно-методическое и информационное обеспечение .....</b>	<b>8</b>
4.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.....	8
4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет») .....	10
<b>5. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья.....</b>	<b>11</b>

## **1. Пояснительная записка**

Государственная итоговая аттестация является обязательной частью образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленности Теплофизика и теоретическая теплотехника и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает в себя следующий вид аттестационного испытания: Государственный экзамен. Государственная итоговая аттестация предназначена для оценки сформированности компетенций выпускника, определяющих его подготовленность к решению профессиональных задач, установленных федеральным государственным образовательным стандартом в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована образовательная программа.

### **1.1. Цель государственной итоговой аттестации**

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы аспирантуры по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленности Теплофизика и теоретическая теплотехника требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению 03.06.01 Физика и астрономия.

### **1.2. Место государственной итоговой аттестации в структуре образовательной программы**

Государственная итоговая аттестация относится к Блоку 4. В соответствии с учебным планом проводится на 5 курсе.

### **1.3. Формы государственной итоговой аттестации. Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация проводится в форме государственного экзамена. Общая трудоемкость (объем) указанной формы государственной итоговой аттестации составляет 3 зач. ед., продолжительность недели. Общий объем 108 акад. ч., в том числе: в форме контактной работы 0,5 ч. (в объем контактной работы включаются обзорные лекции и процедура сдачи государственного экзамена), в форме самостоятельной работы 77,5 ч. (включается подготовка к сдаче государственного экзамена).

## **2. Содержание государственной итоговой аттестации**

### **2.1. Программа государственного экзамена**

Тема 1: Теория поля и термодинамика  
Задача классической теории поля. Деформация. Непрерывность. Движение. Материальное и пространственное описание. Уравнения баланса.

Тема 2: Термодинамика континуума  
Многокомпонентные континуумы. Сохранение энергии и уравнения баланса внутренней энергии. Уравнения баланса энтропии и производство энтропии.

Тема 3: Вариационные принципы в термодинамике  
Общий вариационный принцип. Операторно-вариационный принцип. Вариационный принцип для связанной задачи термоупругости.

Тема 4: История и принципы математического моделирования. Основные понятия.  
Понятие математической модели. Преимущества теории и эксперимента в

математическом моделировании. Историческое развитие математического моделирования. Этапы математического моделирования (построение математической модели; разработка алгоритма для реализации модели на компьютере; создание программы на языке программирования высокого уровня).

Тема 5: Визуализация результатов расчетов или эксперимента.  
Способы построения графиков в стандартных математических пакетах.

Тема 6: Численное решение задач на компьютере.  
Основные этапы численного решения задачи на компьютере (физическая постановка; математическое моделирование; выбор численного метода; разработка алгоритма решения задачи; составление программы; отладка программы; счет по отлаженной программе; анализ результатов счета). Классификация погрешностей численного решения. Неустраняемая погрешность (погрешность математической модели, погрешность входных данных), погрешность численного метода, погрешность округления.

Тема 7: Теплообмен.  
Уравнение сохранения энергии, закон Фурье, краевые условия задач теплопроводности. Механизм теплопроводности веществ в твердом (кристаллическом и аморфном), жидком и газообразном состояниях. Теплопроводность через плоскую стенку. Число Био. Коэффициент теплопередачи. Теплопроводность через цилиндрическую стенку, критический диаметр изоляции. Нестационарное температурное поле в плоской пластине, регулярный режим охлаждения (нагрева) тел. Метод перемножения решений.

Тема 8: Основы расчета теплообменных аппаратов.  
Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Средний температурный напор. Расчет поверхности теплообмена, конечной температуры теплоносителей. Основы гидравлического расчета теплообменников. Определение мощности, затрачиваемой на прокачку теплоносителей.

Тема 9: Термодинамика процессов горения.  
Тепловые эффекты реакций горения. Теплота горения и теплота сгорания веществ. Низшая и высшая теплота сгорания. Закон Гесса и формулы Менделеева. Расчет теплоты сгорания для веществ различного состава и агрегатных состояний. Температура горения и способы ее определения. Теоретическая температура горения. Адиабатическая (калориметрическая) температура горения. Действительная температура горения (температура пожара).

Тема 10: Фазовое равновесие. Фазовые переходы.  
Условия равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Закон Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка и физические свойства системы в окрестности критической точки. Соотношения между критическими показателями. Экспериментальные методы исследования критических состояний. Методы термостатирования и получения низких температур.

Тема 11: Явления переноса.  
Основные понятия и соотношения. Понятие о потоках и источниках. Уравнение баланса в общем виде. Трансляционный (конвективный) перенос. Связь полей и потоков. Диффузия. Электропроводность, теплопроводность. Вязкое течение.

Тема 12: Уравнения переноса.  
Основные критерии подобия явлений тепло- и массообмена. Теплообмен в ламинарном

пограничном слое. Явления переноса при турбулентном течении.

Тема 13: Назначение моделей, задачи, общие свойства и развитие методов моделирования. Назначение моделей, задачи, общие свойства и развитие методов моделирования широкого спектра природных и техногенных систем Классификация моделей и области их применения.

Тема 14: Вероятностно-статистические модели.

Вероятностно-статистические модели для прогнозирования показателей разработки Классификация моделей и области их применения.

Тема 15: Моделирование процессов.

Моделирование физических процессов. Основные уравнения физики. Исходная информация для моделирования. Постоянно действующие модели.

### **3. Оценочные материалы для проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по направлению подготовки**

#### **3.1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы**

Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)
Способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях гетерогенных систем с физико-химическими превращениями (ПК-2)
Способностью критически анализировать современные проблемы теплофизики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3)
Способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-7)
Способностью 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)
Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2)
Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5)

В ходе проведения государственного экзамена оцениваются компетенции, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы:

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе	Обучающийся должен знать: методы научно-исследовательской деятельности;

целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2)	основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира
	Обучающийся должен уметь: использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
	Обучающийся должен владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития; технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
Способностью 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)	Обучающийся должен знать: классические и современные научные достижения в решении исследовательских задач
	Обучающийся должен уметь: осуществлять критический анализ и оценке современных научных достижений, генерировать новые идеи решения исследовательских задач
	Обучающийся должен владеть: способами и методами решения исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-7)	Обучающийся должен знать: теоретические основы организации и планирования физических исследований
	Обучающийся должен уметь: понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований
	Обучающийся должен владеть:

	методами и методикой организации и планирования физических исследований
Способностью критически анализировать современные проблемы теплофизики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3)	Обучающийся должен знать: способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач равновесной и неравновесной термодинамики; современные проблемы теплофизики
	Обучающийся должен уметь: осуществлять физико-математические постановки задач, разрабатывать программу экспериментальных исследований; ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач
	Обучающийся должен владеть: методиками проведения эксперимента и обработки результатов эксперимента; способами интерпретации, представления и применения, полученных при решении теплофизических задач, результатов
Способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях гетерогенных систем с физико-химическими превращениями (ПК-2)	Обучающийся должен знать: нормативную базу федерального и локального уровней по основным образовательным программам высшего образования
	Обучающийся должен уметь: проектировать достигаемые результаты обучения на занятии и по дисциплине; учитывать возрастные особенности контингента; обоснованно осуществлять выбор используемых педагогических технологий
	Обучающийся должен владеть: способами оценки результатов обучения на занятии и по дисциплине; педагогическими активными технологиями проведения занятий в высшем образовании; информационными технологиями для проведения занятий, в том числе при

	электронном обучении и дистанционных образовательных технологиях
Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	Обучающийся должен знать: основные концепции в рамках современной науки; понятийно-категориальный и терминологический аппарат современной математики и информатики
	Обучающийся должен уметь: применять знание методологических принципов, категорий и терминов современной математики и информатики к анализу разнообразных задач
	Обучающийся должен владеть: навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; основными методологическими принципами современной математики и информатики.
Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5)	Обучающийся должен знать: способы и методы планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития
	Обучающийся должен уметь: планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
	Обучающийся должен владеть: современными методиками планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

##### 4.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

###### Основная учебная литература:

1. Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен: учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». -

- Ставрополь: СКФУ, 2014. 225 с.: ил. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (09.06.2023)
2. Должанский, Ф.В. Основы геофизической гидродинамики / Ф.В. Должанский ; под общ. ред. Е.Б. Гледзер. - Москва: Физматлит, 2011. - 264 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-9221-1336-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457426>. (09.06.2023)
  3. Никольский, С.М. Курс математического анализа : учебник / С.М. Никольский. - 6-е изд., стереотип. - Москва :Физматлит, 2001. - 592 с. - ISBN 978-5-9221-0160-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69500> (дата обращения: 09.06.2023)
  4. Бутолин, А.П. Геология : учебное пособие / А.П. Бутолин, Н.П. Галянина ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Оренбург : ОГУ, 2015. - 159 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 152-153. - ISBN 978-5-7410-1206-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438994>. (09.06.2023)
  5. Агеев, Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах: в вопросах и ответах: учебное пособие / Е.П. Агеев. Изд. 2-е, исправ. и доп. Москва: МЦНМО, 2005. 160 с. ISBN 5-94057-191-3. То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63243> (09.06.2023)

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Алтунин, К.К. Методы математической физики: учебное пособие [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - М.: Директ-Медиа, 2014. — 123 с. — Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=240552](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=240552) (дата обращения: 09.06.2023)
2. Карнаухов, М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин: учебное пособие / М.Л. Карнаухов, Е.М. Пьянкова. - Москва: Инфра-Инженерия, 2010. - 432 с.: табл., схем. - (Библиотека нефтегазодобытчика и его подрядчиков). - ISBN 978-5-9729-0031-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144684>. (09.06.2023)
3. Гольдаде, В.А. Физика конденсированного состояния: пособие / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук; под ред. Н.К. Мышкина. Минск : Белорусская наука, 2009. 648 с. То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309> (09.06.2023)
4. Дмитриев, Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах : учебное пособие / Е.А. Дмитриев. Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. 104 с.: ил., табл. Библиогр. в кн. ISBN 978-5-4475-4780-6 То же [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428677> (09.06.2023)
5. Сафин, С.Г. Введение в нефтегазовое дело : учебное пособие / С.Г. Сафин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Архангельск : САФУ, 2015. - 159 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01053-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436198>. (09.06.2023)
6. Родионова, Д. Д. Основы научно-исследовательской работы (студентов): учебное пособие / Д. Д. Родионова, Е. Ф. Сергеева. – Кемерово: Кемеровский

государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2010. – 181 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=227895> (дата обращения: 09.06.2023). – Текст: электронный.

7. Геофизические исследования скважин: Справочник мастера по промышленной геофизике / ред. В.Г. Мартынова, Н.Е. Лазуткиной, М.С. Хохловой. - Москва : Инфра-Инженерия, 2009. - 960 с. - ISBN 978-5-9729-0022-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144623>. (09.06.2023)
  
8. Краюшкина, М.В. Методология проектирования в нефтегазовой отрасли и управление проектами: учебное пособие / М.В. Краюшкина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 125 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457398>. (09.06.2023)

#### 4.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документов
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>	Поисковая интернет-

		платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов.
2	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Крупнейшая реферативная и цитируемая база рецензируемой литературы: научных журналов, книг и материалов конференций.
3	<a href="http://window.edu.ru/catalog/resources/fizika-gazety-i-zhurnaly">http://window.edu.ru/catalog/resources/fizika-gazety-i-zhurnaly</a>	Электронные версии газет и журналов по физике
4	<a href="https://physics.ru/textbook/index.html">https://physics.ru/textbook/index.html</a>	Учебники по физике
5	<a href="https://college.ru/pedagogam/index.html">https://college.ru/pedagogam/index.html</a>	Образовательный портал для учителей
6	<a href="http://www.gomulina.orc.ru/index1.html">http://www.gomulina.orc.ru/index1.html</a>	Интернет-ресурсы по физике
7	<a href="http://elementy.ru/catalog/t138/Obrazovanie/g14/nauchnye_zhurnaly_VAK">http://elementy.ru/catalog/t138/Obrazovanie/g14/nauchnye_zhurnaly_VAK</a>	Каталог «Наука в рунете»-электронное периодическое издание

## **5. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

а) для слепых:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

Прохождение государственной итоговой аттестации лицами с ограниченными возможностями здоровья, осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.