

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
1	3	108	16	16	0		40	0	Э
Итого	3	108	16	16	0	0	40	0	

## АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление студентов с современными способами описания течений сжимаемых и несжимаемых сред;
- усвоение принципов численных методов решений уравнений гидрогазодинамики;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление студентов с современными способами описания течений сжимаемых и несжимаемых сред;
- усвоение принципов численных методов решений уравнений гидрогазодинамики;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Студент должен прослушать курс общей физики, численных методов, гидрогазодинамики, знать основы решения уравнений математической физики и дифференциальных уравнений. Учебная дисциплина не является предшествующей к какому-либо другому курсу.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в соответствии с	Природные и социальные явления и процессы	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы

<p>утвержденными планами и методиками исследований, построение физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений в рамках предметной области по профилю специализации</p>		<p>математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.</p>
<p>Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач</p>	<p>инновационный; Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких</p>	<p>З-ПК-5[1] - Знать физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования, принципы экспертизы продукции для постановки задач по развитию, внедрению</p>

		<p>технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>и коммерциализации новых наукоемких технологий ;</p> <p>У-ПК-5[1] - Уметь применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий;</p> <p>В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий</p>
<p>Участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>Модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса</p>	<p>ПК-5.3 [1] - Способен применять аналитические и численные методы при решении научных и производственных задач в области математического моделирования в физике кинетических явлений</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.075, 24.078</p>	<p>З-ПК-5.3[1] - Знать аналитические и численные методы решения научных и производственных задач в области математического моделирования в физике кинетических явлений;</p> <p>У-ПК-5.3[1] - Уметь применять аналитические и численные методы при решении научных и производственных задач в области математического моделирования в физике кинетических явлений;</p> <p>В-ПК-5.3[1] - Владеть</p>

			аналитическими и численными методами решения научных и производственных задач в области математического моделирования в физике
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	УО-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-5.3, У-ПК-5.3, В-ПК-5.3
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	БДЗ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-

							ПК-5, 3-ПК- 5.3, У- ПК- 5.3, В- ПК- 5.3
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				50	Э	3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5, 3-ПК- 5.3, У- ПК- 5.3, В- ПК- 5.3

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
БДЗ	Большое домашнее задание
УО	Устный опрос
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недел и</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>1 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	8	0
1	<b>Цели и задачи курса.</b> Цели и задачи курса. Уравнения газовой динамики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0

	Переменные Эйлера и Лагранжа. Приближения в механике сплошной среды. Начальные и граничные условия в газодинамических задачах. Элементы теории разностных схем.	Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Сетки и сеточные функции</b> Сетки и сеточные функции	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка</b> Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Методы: Эйлера первого порядка, с перешагиванием, явный двухшаговый, неявный второго порядка точности. Практические приложения.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений в частных производных.</b> Разностная аппроксимация дифференциальных уравнений в частных производных. Уравнение диффузии: явная схема интегрирования первого порядка точности. Уравнение переноса: явная схема интегрирования первого порядка точности. Понятие о консервативности на разностной сетке.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Консервативные методы для гиперболических уравнений</b> Консервативные методы для гиперболических уравнений. Обзор методов разностного решения параболических уравнений.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Разностное решение уравнений газодинамики сжимаемых сред</b> Разностное решение уравнений газодинамики сжимаемых сред. Лагранжев метод для одномерной задачи.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Однородные разностные схемы</b> Однородные разностные схемы. Метод коррекции потоков.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Метод характеристик для стационарных и нестационарных течений газа</b> Метод характеристик для стационарных и нестационарных течений газа	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	8	8	0
9 - 13	<b>Метод конечных элементов</b> Метод конечных элементов	Всего аудиторных часов		
		5	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Методы решения СЛАУ</b> Методы решения СЛАУ	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Численное решение задач гидродинамики. Метод SIMPLE</b> Численное решение задач гидродинамики. Метод SIMPLE	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

		0	0	0
--	--	---	---	---

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, УО-8, БДЗ-16
	У-ПК-1	Э, УО-8, БДЗ-16
	В-ПК-1	Э, УО-8, БДЗ-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, УО-8, БДЗ-16
	У-ПК-5	Э, УО-8, БДЗ-16
	В-ПК-5	Э, УО-8, БДЗ-16
ПК-5.3	З-ПК-5.3	Э, УО-8, БДЗ-16
	У-ПК-5.3	Э, УО-8, БДЗ-16
	В-ПК-5.3	Э, УО-8, БДЗ-16

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-

балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2019
2. ЭИ Т 51 Прикладная газовая динамика. Численные методы решения гиперболических систем уравнений : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Б 30 Численные методы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При реализации дисциплины следует обратить особое внимание на выполнение практических заданий, а также итогового БДЗ.

Аттестация разделов представлена следующими формами контроля:

– Устный опрос

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из представленного в ФОС списка вопросов. Время на подготовку – не более 20 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

- Большое домашнее задание

Студенту после 8 недели выдается Большое домашнее задание (БДЗ), состоящее из расчетных заданий . Оценивается умение и владение навыками физических расчетов, логически четко и исчерпывающе отвечать на дополнительные вопросы.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждой аттестации.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

При реализации дисциплины следует обратить особое внимание на выполнение практических заданий, а также итогового БДЗ.

Аттестация разделов представлена следующими формами контроля:

– Устный опрос

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из представленного в ФОС списка вопросов. Время на подготовку – не более 20 минут. В рамках предложенных тем вопросов,

преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

- Большое домашнее задание

Студенту после 8 недели выдается Большое домашнее задание (БДЗ), состоящее из расчетных заданий . Оценивается умение и владение навыками физических расчетов, логически четко и исчерпывающе отвечать на дополнительные вопросы.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждой аттестации.

Автор(ы):

Смирнов Андрей Юрьевич

Боговалов Сергей Владимирович, д.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

Белогорлов А.А.