

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ГИДРОГАЗОДИНАМИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.01 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
6	4	144	30	45	0	15-24	0	Э
Итого	4	144	30	45	0	15-24	0	

## АННОТАЦИЯ

Содержание курса составляют устоявшиеся знания о течениях жидкости и газа, которые лежат в основе современных представлений механики сплошных сред. Курс состоит из нескольких частей. В первой части рассматриваются течения идеальной жидкости, основу описания которых составляют уравнение непрерывности, уравнение Эйлера и уравнение сохранения энтропии. Получено уравнение для гравитационных волн и рассмотрены его следствия. Дан эвристический вывод уравнения Кортевега-де-Вриза и рассмотрены простейшие нелинейные волны. Вторая часть посвящена учету эффектов обусловленных вязкостью жидкости. Дан вывод уравнения Навье-Стокса и изучены некоторые его следствия. Описаны типичные примеры течений вязкой жидкости, а также затухание гравитационных волн. Вопросы устойчивости течений жидкости обсуждаются в третьей части курса, где дана общая постановка задачи об устойчивости течений и рассмотрены некоторые интересные примеры потери устойчивости течений. Возникновение турбулентности обсуждается в четвертой части курса. Излагаются основные представления о турбулентных течениях, о турбулентном следе и турбулентной струе. Вопросы переноса тепла в жидкости рассматриваются в пятой части курса. Сформулированы общие уравнения переноса тепла. Получено уравнение для температуры и найдены его решения для простейших объектов. Рассмотрена теплопередача в ламинарном и турбулентном пограничном слое. Дан вывод уравнений свободной конвекции и рассмотрены примеры конвективной неустойчивости. Изучению звуковых волн посвящена шестая часть курса, в которой получено волновое уравнение и найдены его решения в различных условиях. Изучено излучение, рассеяние и поглощение звуковых волн. Возникновение и распространение ударных волн изучается в седьмой части курса. Получено уравнение ударной адиабаты, рассмотрены ударные волны малой и большой интенсивности, описано одномерное автомодельное течение и одномерные простые волны Римана.

Для освоения курса студент должен владеть методами математического анализа, векторного и тензорного анализа, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, теории функции комплексного переменного, а также базовыми знаниями механики и термодинамики.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Курс «Гидрогазодинамика» знакомит студентов с основами теории течения жидкостей и газов. Основное внимание уделяется подробному рассмотрению наиболее фундаментальных моделей и эффектов, таких как несжимаемая жидкость, идеальная жидкость, идеальный газ, течение вязких жидкостей, ударные волны, физические механизмы возникновения турбулентности. Цель курса состоит в том, чтобы дать студенту достаточно широкий материал по основам гидрогазодинамики и развить в нем базовые навыки, необходимые для научно-исследовательской работы в данной области.

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

Учебно-методический комплекс по курсу "Гидрогазодинамика" предназначен для студентов факультета Экспериментальной и теоретической физики НИЯУ МИФИ. Курс односеместровый.

Знания, полученные при изучении курса, помогут студентам в освоении курса физической кинетики, а также будут полезны при изучении специальных дисциплин, относящихся к физике конденсированного состояния, физике плазмы и электродинамике.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-2 [1] – Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	3-ОПК-2 [1] – Знать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности У-ОПК-2 [1] – Уметь выбирать и использовать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

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			
участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты создание	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных	ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной	3-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ;

<p>программ и комплексов программ на базе стандартных пакетов для выполнения расчетов в рамках математических моделей, участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>	<p>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>предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049</p>	<p>У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.</p>
<p>сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации;</p>	<p>природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, 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</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049, 40.011</p>	<p>3-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ; У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.; В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.</p>

	бизнеса.		
	педагогический		
Проведение дополнительных/факультативных занятий по учебным курсам, связанными с математическим моделированием физических процессов	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, 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.	ПК-12 [1] - Способен преподавать специальные предметы в области прикладной и фундаментальной физики.  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003	3-ПК-12[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические особенности обучающихся, особенности педагогического взаимодействия в условиях изменяющегося образовательного пространства. ; У-ПК-12[1] - Уметь организовывать образовательно-воспитательный процесс в изменяющихся социокультурных условиях; применять психолого-педагогические знания в области общей, прикладной и фундаментальной физики.; В-ПК-12[1] - Владеть навыками преподавания специальных дисциплин в области общей, прикладной и фундаментальной физики.

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное	Создание условий,	Использование воспитательного

воспитание	обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для

	<p>личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)</p>	<p>формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых</p>

		работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уровне пользователям.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/22/0		25	КИ-8	3-ОПК-2, У-



							ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12
2	Второй раздел	9-15	14/23/0		25	КИ-15	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-

							ПК-12
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/45/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12

\* – 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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	45	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	22	0
1 - 2	<b>Динамика идеальной жидкости</b>	Всего аудиторных часов		

	Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли. Двумерное течение и комплексный потенциал. Потенциальное течение. Волны на поверхности жидкости	4	7	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 5	<b>Вязкая жидкость</b> Уравнение Навье-Стокса. Тензор вязких напряжений. Течение Пуазейля по трубе. Законы подобия и число Рейнольдса. Течение при малых числах Рейнольдса. Формула Стокса. Колебания тел в вязкой жидкости.	Всего аудиторных часов		
		6	7	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	<b>Ламинарное течение</b> Ламинарный слой. Пограничный слой при ламинарном течении. Уравнение Прандтля.	Всего аудиторных часов		
		6	8	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	14	23	0
9 - 10	<b>Турбулентность</b> Анализ уравнений гидродинамики на устойчивость.	Всего аудиторных часов		
		4	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Теплопроводность в жидкости. Звук</b> Уравнение переноса тепла в жидкости. Нагревание движущихся в жидкости тел. Волновое уравнение. Преломление, отражение, излучение и рассеяние звука.	Всего аудиторных часов		
		4	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Течение сжимаемого газа</b> Сверхзвуковые течения. Число Маха. Одномерное течение сжимаемого газа.	Всего аудиторных часов		
		4	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Ударные волны</b> Условия на границе разрыва. Ударная волна. Адиабата Гюгонио. Ударные волны в политропном газе. Задача о поршне	Всего аудиторных часов		
		2	5	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

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе используются традиционные образовательные технологии, включая лекции, упражнения и самостоятельную работу студентов.

## 7. 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)
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-12	З-ПК-12	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-12	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-12	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15

### 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		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала,
60-64			

			но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ L24 A Primer on Scientific Programming with Python : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
2. ЭИ S53 Introduction to Python for Econometrics, Statistics and Numerical Analysis : , : University of oxford, 2014
3. ЭИ К 88 Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ X 15 Физические основы механики : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 53 Л22 Теоретическая физика Т.6 Гидродинамика, , Москва: Физматлит, 2006

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 531 X15 Физические основы механики : учебное пособие, С. Э. Хайкин, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

Методические рекомендации по освоению теоретического материала.

Для успешного изучения курса необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Для успешного освоения теоретической части курса необходимо регулярно посещать лекции и вести конспект. После каждой лекции следует внимательно разбирать лекционный материал, причём при необходимости следует проделывать некоторые дополнительные выкладки, если такие были оставлены лектором для самостоятельной работы. Перед началом каждой лекции имеет смысл просмотреть конспект, чтобы усвоение нового материала проходило лучше, так как в большинстве случаев изложение опирается на материал, прочитанный на предыдущих занятиях.

Для полного освоения курса недостаточно изучать лишь лекционный материал. В ходе освоения курса следует читать книги, предложенные в списке литературы по курсу. Настоятельно рекомендуется также использовать литературу, обозначенную как «дополнительная», а также самостоятельно или с помощью преподавателя искать и другие источники. При работе с литературой почти бесполезно только читать предложенный материал. Следует проделывать все или хотя бы основные выкладки. Важно осознавать, что только самостоятельно проделанные выкладки приводят к пониманию материала. Все, что осталось непонятым, следует спросить у преподавателя на ближайшем занятии. Если даже целый раздел остался неясным, это не показатель ваших способностей; скорее всего вы еще не начали задавать вопросы себе и другим. А изучить теоретическую физику без вопросов: зачем?, почему?, откуда? — невозможно. То же касается и разбора лекционного материала.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Подготовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

Следует прикинуть, какие основные законы и уравнения и в каких приближениях следует использовать и записать их, после чего попытаться решить.

Задача должна быть сначала решена в максимально общем виде.

Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.

Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях и изобразить характер изучаемой зависимости графически.

Если возможно, при получении того или иного результата, следует указать границы его применимости.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если вы решаете задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Не следует бояться непривычно длинных математических выкладок, т.к. подобные «длинные» задачи приближены к реальным задачам, с которыми вы можете столкнуться в будущем в научной или другой работе.

Не следует смущаться тем, что некоторые задачи не решаются «с ходу». Достоверно установлено, что процесс творчества в области точных наук (а решение задач есть вид творчества) протекает по следующей схеме. Сначала идет подготовительная стадия, в ходе которой ученый настойчиво ищет решение проблемы. Если решение найти не удастся и проблема оставлена, наступает вторая стадия (стадия инкубации) — ученый не думает о проблеме и занимается другими вопросами. Однако в подсознании продолжается скрытая работа мысли, которая часто приводит в конечном итоге к третьей стадии - внезапному озарению и получению требуемого решения. Нужно иметь в виду, что стадия инкубации не возникает сама собой - для того чтобы пустить в ход машину бессознательного, необходима настойчивая интенсивная работа в ходе подготовительной стадии.

Решение задач, как мы уже отмечали, есть также вид творчества и подчиняется тем же закономерностям, что и работа ученого над научной проблемой. Правда, в некоторых случаях, вторая стадия - стадия инкубации - может быть выражена настолько слабо, что остается незамеченной.

Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

Над заданными «на дом» задачами надо начинать думать как можно раньше, создавая условия для реализации стадии инкубации.

В рекомендуемых сборниках задач, в разделе, который следует за ответами, содержатся указания к решению более трудных задач. Обращаться к ним нужно лишь после того, как несколько попыток решить задачу не приведут к успеху.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным и проверочным работам.

Контрольные работы проводятся для проверки качества усвоения материала и выполнения домашних заданий студентами. Они основываются строго на пройденном материале и не выходят за рамки излагаемого курса. Своевременное изучение лекционных материалов и выполнение домашних заданий гарантирует успешное выполнение контрольных и проверочных работ. При подготовке следует руководствоваться общепринятыми

установками, т.е. повторить изученный материал, запомнить основные идеи, принципы и результаты курса. Не следует пытаться «вызубрить» материал, достаточно понять и запомнить логику вывода тех или иных результатов и решения задач и осознать их физический и математический смысл. При выполнении контрольной или проверочной работы необходимо записывать все основные шаги при решении задачи, не «перескакивая» к какому-то промежуточному или окончательному результату без каких-либо на то физических или математических обоснований.

Никаких особых требований к оформлению работ нет. Работа должна быть записана так, чтобы была понятна логика решения задач. Окончательный ответ необходимо выделить каким-либо способом так, чтобы проверяющему было понятно, что это и есть ответ к задаче.

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

### **Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ**

Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу. Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущих задач, самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения, показ преподавателем на доске решения типовых задач, самостоятельные работы.

### **Организация контроля**

Контроль знаний осуществляется и путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

### **Проведение зачетов и экзаменов**

Для допуска к аттестации необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время аттестации студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Урюпин Сергей Александрович, д.ф.-м.н.

Рецензент(ы):



С.В. Попруженко