

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев

**Программа государственной итоговой аттестации
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена**

по направлению:	Техническая физика
профиль подготовки:	Техническая физика космических летательных аппаратов Физтех-школа Аэрокосмических Технологий
курс:	2
квалификация:	магистр
семестр:	3 (Осенний)

Программу составили:

С.В. Коблов, канд. техн. наук, заведующий кафедрой
Д.В. Корнев, преподаватель

Программа обсуждена на заседании Физтех-школы Аэрокосмических Технологий 04.06.2020

1. Цели и задачи

Цели

Целью государственного экзамена является установление уровня подготовки обучающегося по дисциплинам и соответствия результатов освоения обучающимся образовательной программы требованиям образовательного стандарта по направлениям подготовки.

Задачи

- оценка степени освоения обучающимися теоретических положений основных дисциплин;
- оценка умения применять полученные знания для решения конкретных задач.

2. Перечень компетенций, уровень сформированности которых оценивается при проведении государственного экзамена

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Способен демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики	ОПК-2.1 Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в профильной области технической физики
	ОПК-2.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-2.3 Понимает междисциплинарные связи в области технической физики и способен их применять при решении практических задач
ОПК-3 Способен определить физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ	ОПК-3.1 Способен проводить анализ проблем и задач, возникающих при работе в области профессиональной деятельности
	ОПК-3.2 Способен применять знания в области технической физики для проведения качественного и количественного анализа задач, формулирования выводов и оценки полученных результатов
ПК-1 Способен критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в области технической физики
	ПК-1.2 Способен ставить задачи в области профессиональной деятельности, предлагать пути их решения
	ПК-1.3 Способен разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
	ПК-1.4 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях

3. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен

Газодинамика:

1. Общие понятия.

Математическая модель жидкостей, газа и плазмы как сплошных сред. Поля плотности, температуры, скорости, концентраций и т.д.

Лагранжевы и эйлеровы координаты. Кинематические характеристики движения: траектории и линии тока, вихрь скорости, циркуляция, критическая точка. Потенциал и функция тока.

Тензор напряжений и давление. Связь между тензором напряжений и тензором скорости деформаций. Потоки тепла и полной энергии. Связь между потоком тепла и градиентом температуры

Законы сохранения. Основные уравнения гидро- и газодинамики (уравнения неразрывности, движения и энергии) в переменных Эйлера. Уравнения Навье-Стокса и уравнения Эйлера. Граничные условия, постановка типичных краевых задач.

2. Простейшие течения идеальной (невязкой) жидкости.

Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа. Полная энтальпия и энтропия. Сжимаемая и несжимаемые жидкости. Скорость звука и число Маха.

Одномерные установившиеся течения невязкого совершенного газа, Сопло Лавалю.

Прямой и хосой качки уплотнения в газе, основные соотношения на них. Общая картина обтекания тел сверхзвуковым потоком газа. Обтекание клина и конуса.

3. Двумерные течения жидкости и газа

Плоские стационарные течения несжимаемой невязкой жидкости. Обтекание профилей, правило Жуковского.

Характеристики двумерных уравнений газодинамики. Простые волны, центрированная волна разрежения. Пересечение характеристик и зарождение висячих скачков уплотнения.

Линейная теория, обтекание тонких профилей.

Задача о распаде произвольного начального разрыва. Взаимодействие скачков уплотнения.

Закон подобия обтекания тел невязким потоком газа.

4. Гиперзвуковые течения.

Тонкий ударный слой, формулы Буземана и Ньютона. Течение вблизи оси тупого тела.

Гиперзвуковая теория обтекания тонких тел. Закон плоских сечений. Закон подобия, Взрывная аналогия. Обтекание тонких притупленных тел.

5. Основные положения газодинамики смесей реагирующих газов и плазмы.

Реальный диссоциирующий газ как смесь совершенных газов. Неравновесный и равновесно-диссоциирующий газы. Закон действующих масс. Уравнение состояния равновесного газа.

Скорости химических реакций. Система уравнений неравновесных течений газа. Предельные режимы замороженных и равновесных течений.

Основные понятия и уравнения магнитной гидродинамики.

Основные понятия и уравнения радиационной газодинамики.

6. Вязкие течения и пограничный слой

Точные решения уравнений Навье-Стокса: течение Пуазейля, структура прямого скачка уплотнения.

Общая характеристика вязких течений при больших и малых числах Рейнольдса. Уравнения ламинарного пограничного слоя. Законы подобия для трения и теплообмена.

Пограничный слой в несжимаемой жидкости. Автомодельные решения: решение Блазиуса, решения при степенной зависимости скорости от координаты, слой смещения, течение в следе и в свободной струе.

Пограничный слой в сжимаемой жидкости. Интеграл Крокко. Аналогия Рейнольдса. Переменные Дородницына. Условия автомодельности решения для полубесконечной пластины. Метод локального подобия Лиза для расчета трения и теплообмена на затупленных телах.

Понятие о переходе пограничного слоя.

Турбулентный пограничный слой. Получение уравнений для турбулентных течений' путем осреднения возмущенных уравнений Навье-Стокса. Теория пути перемешивания Прандтля как пример полуэмпирической теории турбулентности. Понятие о дифференциальных моделях турбулентности.

Турбулентный пограничный слой на пластине. Метод эффективной длины для расчета теплообмена при произвольном распределении давления вдоль поверхности.

Понятие об отрыве пограничного слоя.

7. Динамика разреженных газов

Число Кнудсена. Свободно-молекулярный лоток, переходный режим, режим сплошной среды.

Уравнение Больцмана. Методы малого параметра для его решения. Распределение Максвелла. Вывод уравнений гидродинамики из уравнения Больцмана.

Обтекание тел ионосферной плазмой. Фоккер-Планковское представление интеграла столкновений.

8. Механическое подобие, моделирование.

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений в теории и при постановке экспериментов. Величины с основными и производными размерностями. Формула размерностей, я-теорема. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

Прочность:

1. Теория напряженного состояния. Внешние и внутренние силы. Массовые и поверхностные силы. Исследование напряженного состояния в точке тела. Тензор напряжений. Инварианты тензора напряжений. Плоское напряженное состояние. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды.

2. Теория деформированного состояния. Тензор малых деформаций. Инварианты тензора деформаций. Связь деформаций и перемещений. Уравнения неразрывности Сен-Венана. Плоское деформированное состояние.

3. Связь между напряженным состоянием и деформациями. Упругий потенциал. Обобщенный закон Гука. Сокращение числа упругих постоянных. Связь между упругими постоянными в изотропной упругой среде. Законы линейной термоупругости.

4. Постановка математических задач линейной теории упругости в перемещениях и напряжениях. Общие теоремы теории упругости (единственности, взаимности, о минимуме энергии деформации). Вариационные постановки задач теории упругости и основы прямых методов (Ритца, Бубнова-Галеркина).

5. Простейшие задачи теории упругости: деформация толстостенной трубы под действием внутреннего и внешнего давлений, кручение бруса кругового поперечного сечения, растяжение бруса под действием собственного веса, равновесие элемента пластинки, температурные напряжения в полой сфере.

6. Плоская задача теории упругости. Постановка основных задач. Функция напряжений. Метод теории функций комплексного переменного в плоской задаче. Действие сосредоточенной силы на границу упругой полуплоскости.

7. Понятие о функции Грина. Элементарное решение первого и второго рода. Постановка контактной задачи Герца.

8. Два типа волн в упругой среде. Кинематические и динамические условия на поверхности разрыва.

9. Упруго-пластические деформации среды. Понятие о простом и сложном нагружении (деформации).

10. Законы теории малых упруго-пластических деформаций и область их применимости.

11. Постановки задач в рамках малых упруго-пластических деформаций. Теорема о простом нагружении. Теорема единственности. Метод упругих решений. Метод переменных параметров упругости. Теорема о разгрузке. Полая сфера из идеально-пластического материала под внутренним давлением.

12. Теория течения Сен-Венана для идеально-пластического материала. Область ее применимости.

13. Плоская задача теории течения. Понятие о линиях скольжения и их свойствах. Интегралы Генки. Сжатие полосы между шероховатыми плитами.

14. Линейная теория вязко-упругости. Температурно-временная аналогия. Методы решения задач линейной теории термовязко-упругости: численные методы, методы, использующие преобразования Лапласа-Карсона; методы, основанные на следствиях из теорем о простом нагружении и простой деформации.

4. Порядок сдачи государственного экзамена

К государственному экзамену по направлению (специальности) подготовки допускается обучающийся, в полном объеме выполнивший учебный план образовательной программы и не имеющий академических задолженностей.

Перед государственным экзаменом проводятся консультации обучающихся по вопросам программы государственного экзамена.

Государственный экзамен состоит из устной части.

Устная часть экзамена включает в себя ответ студента на вопросы экзаменационного билета. Обучающемуся в качестве одного из вопросов также предлагается сделать краткий доклад о поставленной задаче и достигнутых результатах своей научно-исследовательской работы, выполняемой в рамках производственной практики. На подготовку к устному экзамену студенту отводится 1 час, на ответ — около 30 минут.

При подготовке к ответу и во время ответа на вопросы билета обучающийся может пользоваться программой госэкзамена.

После завершения устного ответа члены ГЭК могут задать дополнительные и уточняющие вопросы.

В процессе подготовки к ответу экзаменуемому разрешается пользоваться данной программой ГИА. Во время ответа на вопрос о результатах научно-исследовательской работы разрешается использовать заранее подготовленную презентацию на плакатах, в виде раздаточного материала или на компьютерах.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения государственного экзамена

Аудитория для проведения консультаций и аттестационного испытания, оснащенная рабочими местами для обучающихся и государственной экзаменационной комиссии, доской, мультимедийным оборудованием.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Механика жидкости и газа [Текст] / Л. Г. Лойцянский - М. Наука, 1987
2. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. Т. 6 : Гидродинамика : учеб. пособие для вузов : рек. М-вом образования Рос. Федерации / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. — 5-е изд., стереотип. — 3-е изд., перераб. — М. : Физматлит, 1986, 1988, 2003, 2006. — 736 с.
3. Гиперзвуковая аэродинамика [Текст] : учеб. пособие : доп. М-вом образования СССР / В. В. Лунев. — М. : Машиностроение, 1975. — 327 с.
4. Механика деформируемого твердого тела [Текст] : учебное пособие для ун-тов : доп. М-вом высш. и сред. спец. образов. СССР / Ю. Н. Работнов. — М. : Наука, 1988. — 711 с.
5. Механика сплошной среды [Текст] : в 2 т. Т. 1 : учебник для вузов / Л. И. Седов ; Рос. АН. — 5-е изд., испр. — М : Наука, 1994. — 528 с.
6. Механика сплошной среды [Текст]: в 2 т. : учебник для вузов / Л. И. Седов. — 5-е изд., испр. — М : Наука, 1994. — Т. 2. - 1994. - 560 с.

Дополнительная литература

1. Краткий курс теории упругости [Текст] / Л. С. Лейбензон, учебник для университетов. -М.; Л., ГИТТЛ, 1942
2. Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью [Текст]/Г. Г. Черный, -М., Физматгиз, 1959

7. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

При подготовке к устной части государственного экзамена обучающимся рекомендуется вспомнить темы дисциплин, входящие в программу устной части государственного экзамена, используя при необходимости конспекты лекций и рекомендуемую литературу. После повторения каждой темы обучающемуся рекомендуется самостоятельно написать формулировки и доказательства теорем, содержащихся в программе устной части государственного экзамена, без использования литературы и вспомогательных средств. Если это не удастся, то рекомендуется повторить данную процедуру. Для подготовки ответа на вопрос по теме научно-исследовательской работы рекомендуется подготовить презентацию на 4-6 слайдов.

8. Методика и критерии оценки государственного экзамена

Результаты сдачи государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешную сдачу государственного экзамена.

отлично (10) – правильный, четкий и уверенный ответ на оба вопроса билета и дополнительные вопросы;

отлично (9) – даны правильные ответы на оба вопроса билета и дополнительные вопросы с незначительными неточностями;

отлично (8) – даны ответы на оба вопроса билета и дополнительные вопросы после небольших исправлений и наводящих вопросов экзаменаторов;

хорошо (7) – даны ответы на оба вопроса билета, но нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

хорошо (6) – есть недочеты в ответе на один из вопросов билета и нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

хорошо (5) – есть недочеты в ответах на оба вопроса билета и нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

удовлетворительно (4) – есть недочеты в ответах на оба вопроса билета или нет ответа ни на один из дополнительных вопросов;

удовлетворительно (3) – нет ответа на один из вопросов билета, но есть ответы на дополнительные вопросы (возможно с недочетами);

неудовлетворительно (2) – нет ответа на один из вопросов билета и на дополнительные вопросы;

неудовлетворительно (1) – нет ответа ни на один из вопросов билета.

9. Особенности проведения государственной итоговой аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

При проведении ГИА обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

– проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении ГИА;

– присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами ГЭК);

– пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении ГИА с учетом их индивидуальных особенностей;

– обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность сдачи обучающимся инвалидом государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

– продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

– продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут.

Обучающийся инвалид не позднее, чем за 3 месяца до начала проведения ГИА подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием особенностей его психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в дирекции института).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности.

10. Примеры контрольных заданий, билетов

Примеры заданий приведены в приложении

Билеты для ГИА (примерное содержание)

Билет 1

1. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа.
2. Уравнение Больцмана. Методы малого параметра для его решения. Распределение Максвелла. Вывод уравнений гидродинамики из уравнения Больцмана.
3. Краткий доклад о поставленной задаче и основных результатах научно-исследовательской работы.

Билет 2

1. Теория деформированного состояния. Тензор малых деформаций. Инварианты тензора деформаций.
2. Теория течения Сен-Венана для идеально-пластического материала. Область ее применимости.
3. Краткий доклад о поставленной задаче и основных результатах научно-исследовательской работы.