

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке
А.А. Воронов

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

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Современная механика и робототехника кафедра теоретической механики
курс:	2
квалификация:	магистр
семестр:	3 (Осенний)
Программу составил:	С.В. Соколов, д-р физ.-мат. наук, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании 1 кафедры теоретической механики 21.05.2020

1. Цели и задачи

Цели

Целью государственного экзамена по специальности является установление уровня подготовки обучающегося по специальным (профильным) дисциплинам, определяющим профиль (направленность) образовательной программы и соответствия результатов освоения обучающимся образовательной программы требованиям образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачи

- оценка степени освоения обучающимися теоретических положений дисциплин, формирующих специальные знания в рамках освоения образовательной программы;
- 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-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели

3. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен

1. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Понятие о силе. Законы Ньютона.
2. Кинематика точки. Криволинейные координаты.
3. Кинематика системы отсчета. Разложение движения на поступательное и движение с одной неподвижной точкой. Ортогональные преобразования, эйлеровы углы, кватернионы. Сложное движение
4. Понятие о замкнутой динамической системе. Пространство состояний. Уравнения движения системы материальных точек.
5. Основные теоремы и законы сохранения механики. Теорема Кёнига. Работа силы. Силовые поля. Потенциальная энергия.
6. Динамика твердого тела. Тензор и эллипсоид инерции. Динамические уравнения Эйлера. Движение твердого тела с неподвижной точкой по инерции (случай Эйлера). Регулярная прецессия. Движение симметричного тела с неподвижной точкой (случай Лагранжа и случай Ковалевской). Теория гироскопа.

7. Механические связи и их классификация. Голономные системы. Число степеней свободы и обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа для систем со связями. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа для движения в потенциальном поле.
8. Изменение полной энергии системы. Консервативные системы. Гироскопические силы. Диссипативные силы.
9. Устойчивость по Ляпунову положения равновесия. Асимптотическая устойчивость. Устойчивость линейных стационарных систем. Необходимые условия устойчивости. Критерии Рауса-Гурвица и Михайлова. Устойчивость и неустойчивость по линейному приближению. Критические случаи. Теорема об устойчивости консервативных систем. Второй метод Ляпунова в теории устойчивости. Асимптотическая устойчивость определено-диссипативных систем.
10. Малые колебания линеаризованных консервативных систем вблизи устойчивого положения равновесия. Уравнение частот. Экстремальные свойства собственных частот. Теорема Релея. Главные (нормальные) координаты. Общее решение.
11. Реакция линейной стационарной системы на гармоническое воздействие. Частотные характеристики. Явление резонанса.
12. Обобщенные импульсы. Преобразования Лежандра. Канонические уравнения Гамильтона. Функция Гамильтона для консервативной системы.
13. Первые интегралы уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Теорема Якоби-Пуассона. Понижение порядка уравнений Гамильтона при наличии первых интегралов.
14. Действие по Гамильтону. Вариация действия по Гамильтону. Принцип Гамильтона.
15. Теорема Лиувилля об инвариантности фазового объема. Сохранение плотности статистического ансамбля. Классификация универсальных интегральных инвариантов. Теорема Ли Хуачжуна.
16. Канонические преобразования. Производящие функции. Правила преобразования гамильтонианов.
17. Уравнение Гамильтона – Якоби. Главная функция Гамильтона. Характеристическая функция Гамильтона. Фазовый поток гамильтоновых систем как однопараметрическое семейство канонических преобразований. Полный интеграл. Переменные действие – угол. Теорема Лиувилля об инвариантных торах. Случай разделения переменных. Метод Биркгофа нормализации гамильтоновых систем.
18. Ковариантность уравнений Лагранжа при одновременной замене координат и времени. Теорема Э. Нетер. Классические законы сохранения как следствие теоремы Э. Нетер.

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.

Государственный экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам.

В экзаменационном билете два теоретических вопроса из представленных в программе ГИА вопросов. Обучающемуся в качестве третьего вопроса также предлагается сделать краткий доклад о поставленной задаче и достигнутых результатах своей научно-исследовательской работы, выполняемой в рамках производственной практики.

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

Продолжительность государственного экзамена составляет:

- время на подготовку по билету: 40 минут
- время опроса по билету не более 60 минут, включая время на доклад и обсуждение вопроса о результатах научно-исследовательской работы. Время, отводимое на доклад по результатам научно-исследовательской работы не должно превышать 10 минут.

Во время подготовки к теоретическим вопросам билетов не разрешается пользоваться конспектами, литературой, компьютерами и др. электронными устройствами с выходом в сеть "Интернет", телефоном. 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. Подготовка и защита бакалаврской работы, магистерской диссертации, дипломного проекта [Электронный ресурс], учеб. пособие / Ю. Н. Новиков. — СПб., Лань, 2019.— URL: <https://e.lanbook.com/book/122187> (дата обращения: 29.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
2. Математические методы классической механики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. И. Арнольд .— 4-е изд., испр. — М. : Эдиториал УРСС, 2000 .— 408 с.

Дополнительная литература

1. Искусство писать научные статьи, научно-практическое руководство / Е. З. Мейлихов. — Долгопрудный, Интеллект, 2020.— URL: <http://books.mipt.ru/book/301312> (дата обращения: 18.12.2020). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
2. Робототехника : История и перспективы [Текст]/И. М. Макаров, Ю. И.Топчеев , -М., Наука : Изд-во МАИ, 2003

7. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

При подготовке к устной части государственного экзамена обучающимся рекомендуется вспомнить темы математических дисциплин, входящие в программу устной части государственного экзамена, используя при необходимости конспекты лекций и рекомендуемую литературу. После повторения каждой темы обучающемуся рекомендуется ключевые моменты (формулировки, определения, формулы) 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.

Критерии оценок государственного экзамена:

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

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

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

хорошо (7) – даны ответы на три 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 три вопроса билета и нет верного ответа на один из дополнительных вопросов;

удовлетворительно (4) – есть недочеты в ответах на три 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 или два 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).

10.1. 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, прочесть 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.

10.2. По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы – не более чем на 15 минут.

10.3. 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 выступления при защите выпускной квалификационной работы по отношению к установленной продолжительности.

10. Примеры контрольных заданий, билетов

Примеры заданий приведены в приложении

Примеры экзаменационных билетов

Пример 1.

1. Механизм и скорость химической реакции. Кинетическое уравнение. Порядок реакции. Константа скорости и энергия активации. Односторонние и обратимые реакции первого и второго порядка. Кинетика реакции первого порядка в открытой системе.
2. Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера. Кулоновский и спин - орбитальный вклады в молекулярный гамильтониан. Адиабатическое приближение и неадиабатическая связь. Правила непересечения адиабатических электронных потенциальных поверхностей (на примере двухатомных молекул).
3. Краткий доклад о поставленной задаче и основных результатах научно-исследовательской работы.

Пример 2.

1. Типы связей в кристаллах. Энергия химической связи. Кристаллы инертных газов. Происхождение сил Ван-дер-Ваальса – Лондона. Природа сил отталкивания. Принцип Паули. Потенциал Ленарда-Джонса.
2. Диффузия и самодиффузия в кристаллах. Феноменологическая теория диффузии. Поток вещества. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Анизотропия коэффициента диффузии. Закон Аррениуса. Энергия активации. Уравнение непрерывности. Второй закон Фика. Поверхностная диффузия и диффузия по границам зёрен. Эффект Киркендала. Реактивная диффузия. Восходящая диффузия. Атомная теория диффузии.
3. Краткий доклад о поставленной задаче и основных результатах научно-исследовательской работы.

Пример 3.

1. Температура, тепловая и кулоновская энергия плазмы, дебаевское экранирование. Кулоновская поправка к уравнению состояния газа. Ионизационное равновесие, уравнение Саха. Неидеальная плазма, критерий неидеальности.
2. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости. Дивергентная форма уравнений гидродинамики. Прямой скачок, уравнение Гюгонио, предельная степень сжатия.
3. Краткий доклад о поставленной задаче и основных результатах научно-исследовательской работы.