

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

Теоретическая и аналитическая механика

---

*название дисциплины*

для направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

---

*код и направления подготовки*

образовательная программа

Инновационные ядерные технологии

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Теоретическая и аналитическая механика» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Теоретическая и аналитическая механика» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1. В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-2	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	З-ПК-2 Знать: методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований. У-ПК-2 Уметь: использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований. В-ПК-2 Владеть: навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

## 1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
-------	--	----------------------------------	---

<b>Текущая аттестация, 5 семестр</b>			
1.	1.1. Уравнения движения. Уравнения Лагранжа	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	КР1
2.	1.2. Законы сохранения		
3.	1.3. Интегрирование уравнений движения		
4.	1.4. Столкновение частиц		
5.	1.5. Канонические уравнения	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	КР2
<b>Промежуточная аттестация, 5 семестр</b>			
	Экзамен	3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2	Экзаменационный билет

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<b>Высокий</b> <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
<b>Продвинутый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Незачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

– Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

– Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

– Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

– Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

○ контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

○ контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

– Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
КР1	8	18	30
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
КР2	15	18	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		

<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

**4.Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

## Форма экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

### Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление **14.03.02 «Ядерные физика и технологии»**

подготовки

Образовательная **«Инновационные ядерные технологии»**

программа

Дисциплина **Теоретическая и аналитическая механика**

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №\_\_

1. Вопрос для проверки уровня обученности ЗНАТЬ

.....

2. Вопрос для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ

.....

Составитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

В.Л. Шаблов

Начальник отделения

\_\_\_\_\_

(подпись)

Д.С. Самохин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



### Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Направление **14.03.02 «Ядерные физика и технологии»**

подготовки

Образовательная **«Инновационные ядерные технологии»**

программа

Дисциплина **Теоретическая и аналитическая механика**

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Определение и уравнение идеальных связей.
2. Уравнение связей. Голономные системы.
3. Принцип виртуальных перемещений. Действительные и виртуальные перемещения.
4. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики.
5. Кинетическая энергия и функция Лагранжа в обобщенных координатах.
6. Уравнение Лагранжа 2-го рода. Первые интегралы.
7. Обобщенные координаты и обобщенные силы.
8. Законы сохранения. Циклические координаты.
9. Фазовое пространство. Интегральные инварианты.
10. Принцип наименьшего действия Гамильтона.
11. Переменные Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
12. Интегрирование уравнений движения методом Гамильтона-Якоби.
13. Уравнения Гамильтона-Якоби. Полный интеграл уравнения.
14. Скобки Пуассона и их свойства.
15. Принцип наименьшего действия Мопертюи-Лагранжа.
16. Канонические преобразования уравнений Гамильтона.
17. Фазовое и координатное пространства. Теорема Лиувилля.
18. Преобразования Лежандра уравнений Лагранжа.
19. Физический смысл функций Лагранжа и Гамильтона.

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки **14.03.02 «Ядерная физика и технологии»**

Образовательная программа **«Инновационные ядерные технологии»**

Дисциплина **Теоретическая и аналитическая механика**

## Комплект заданий для контрольных работ

### Контрольная работа №1

Вариант 1.

1. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два одинаковых бруска массой  $m$ , соединенные невесомой пружиной жесткости  $k$ . Одному из брусков сообщили скорость  $v_0$ , направленную вдоль оси пружины в сторону от другого бруска. Постройте лагранжиан этой системы, запишите уравнения Лагранжа и найдите законы движения каждого из брусков. Какие величины сохраняются в этой системе?

2. Планета массы  $m$  движется по эллипсу вокруг Солнца так, что наименьшее и наибольшее расстояния ее от Солнца равны соответственно  $r_1$  и  $r_2$ . Найти момент импульса  $M$  этой планеты относительно центра Солнца. Масса Солнца задана.

3. Длина нити математического маятника меняется по известному закону  $l(\varphi)$  в зависимости от угла отклонения нити от вертикали. Постройте лагранжиан такой системы и запишите соответствующие уравнения Лагранжа.

Вариант 2.

1. Физический маятник совершает колебания вокруг горизонтальной оси. Его момент инерции  $I$ , расстояние от оси вращения до центра масс  $L$ . Постройте лагранжиан этой системы и запишите уравнения Лагранжа. Какие величины сохраняются в этой системе?

2. Космическое тело движется к Солнцу, имея вдали от него скорость  $v$  и прицельный параметр  $l$  – плечо вектора  $v$  относительно центра Солнца. Найти наименьшее расстояние, на которое это тело приблизится к Солнцу. Масса Солнца задана.

3. Муфточка массы  $m$ , которая может передвигаться по гладкому горизонтальному стержню, соединена пружиной с неподвижной точкой, находящейся на расстоянии  $h$  от прямой. Найти функцию Лагранжа, предполагая, что пружина подчинена закону Гука, а жесткость пружины  $k$  и ее длина  $L_0$  в ненапряженном состоянии известны.

## Контрольная работа №2

1. Лагранжиан системы имеет вид  $L(x, \dot{x}, t) = \frac{ax^2}{2} - b(1 - \cos x)$ , где  $a$  и  $b$  – положительные постоянные. Найдите гамильтониан этой системы, выбирая в качестве обобщенной координаты величину  $u = 2btg \ x/2$ . Запишите уравнение Гамильтона и найдите сохраняющиеся величины, считая, что  $x_0 = 0, \dot{x}_0 = 1$ .
2. Вычислите скобки Пуассона  $\{L_x^2 + L_y^2 + L_z^2, L_x^2\}$ .
3. Лагранжиан системы двух связанных линейных гармонических осцилляторов имеет вид  $L(x_1, x_2, \dot{x}_1, \dot{x}_2, t) = \frac{mx_1^2}{2} + \frac{Mx_2^2}{2} - \frac{\lambda(x_1 - x_2)^2}{2}$ . Постройте гамильтониан этой системы, выбирая в качестве обобщенных координат величины  $u = \frac{mx_1 + Mx_2}{2(M+m)}$  и  $v = x_1 - x_2$ . Запишите уравнения Гамильтона и найдите сохраняющиеся величины. Найдите решения уравнений Гамильтона, полагая  $x_1 = x_2 = 0, \dot{x}_1 = a, \dot{x}_2 = b$ .

### Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично с 26 до 30 баллов	- задания контрольной работы выполнены более чем на 80%; - продемонстрировано уверенное знание теоретических положений; - допустимо наличие в решениях несущественных неточностей.
Хорошо с 22 до 25 баллов	- задания контрольной работы выполнены более чем на 2/3; - продемонстрированы прочные знания учебного материала; - решения содержат определенные (несущественные) неточности.
Удовлетворительно с 18 до 21 баллов	- задания контрольной работы выполнены более чем на 50%; - знание учебного материала-посредственное.
Неудовлетворительно с 0 до 18 баллов	- решено менее 50% заданий; - в решении задач имеются существенные ошибки; - продемонстрировано незнание значительной части учебного материала.