

«

»

“

”

. - . . .

31.08.2022

:

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая механика

: 16.03.01

,

:

: 2,

: 4

-

,

		4
1	()	4
2		144
3	, .	63
4	, .	36
5	, .	18
6	, .	0
7	, .	0
8	, .	5
9	, .	2
10	, .	7
11	, .	81
12	(, ()/ ,)	.
13		

(): 16.03.01

696 01.06.2020 ., : 08.07.2020 .

: 1,

(): 16.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

, . -

:

. . .

1.

1.1

	-2. / ,
	-2. / . 2
	-1 , ,
	-1. 1 , .
	-2 , ,
	-2. 2 ; , .

2.

,

2.1

ПК-2.В/НА. 2 Умеет готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы в части специальных областей знаний по геофизике	
	;
УК-1. 1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.	
	;
УК-2. 2 Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	
	;

3.

3.1

		„ .	, .		
: 4					
:					

1. 1.					
2.	8	0	0	$\frac{-2.}{2,} \frac{1}{-1.1}$	
3.					
2. 1.					
2.	10	0	0	$\frac{-2.}{2,} \frac{1}{-1.1}$	
3.					
4.					
3.	4	0	0	$\frac{-2.}{2,} \frac{1}{-1.1}$	

4. 1.					
2.					
3.	8	0	0	$\frac{-2}{2}, \frac{-1.1}{-1.1}$	
4.					
5. 1.					
2.	6	0	0	$\frac{-2}{2}, \frac{-1.1}{-1.1}$	
3.					

: 4					
1.	2	0,5	1,5	-2.2	
2. 1.					
2.	6	2	4	-2.2	
3.	4	1	3	-2.2	

4. 1.					
2.	4	1	3	-2.2	
:					
5.	2	0,5	1,5	-2.2	

3.1

3.2

			()
1			:
2	1. : 2. -		:
3			:
4	1. : 2. .		: , , .
5			:

3.2

3.3

--	--	--	--	--

: 4				
1		-1.1, -2.2	15	0
]: [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161978. -				
2	/	-2. / .2, -1.1, -2.2	36	7
]: [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161978. -				
3		-1.1, -2.2	20	0
]: [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161978. -				
4		-1.1, -2.2	10	0
]: [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161978. -				

3.3

, (. 3.4).

3.4

	-
	; ;

3.5

1	
Краткое описание применения:	

4.

(),

- 15- ECTS.

. 4.1.

4.1

	.	
: 4		

Практические занятия:	5	10
Контрольные работы:	5	10
РГЗ/Реферат:	20	40
Экзамен:	20	40

4.2

4.2

		.	/	
-2. /	-2. / 2.		+	+
-1	-1 1. ,	+	+	+
-2	-2 2. ; ,	+	+	+

1

5.

1. Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls0000081215
2. Дубровский В. Г. Введение в квантовую и статистическую физику : учебник / В. Г. Дубровский. - Новосибирск, 2005. - 487 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000046858
3. Харламов Г. В. Механика, термодинамика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : контролируемые материалы [тесты] / Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2015].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221528. - Загл. с экрана.
4. Дубровский В. Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 173, [3] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694
5. Сарина М. П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Ч. 1 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 185, [1] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208180
6. Сарина М. П. Механика, молекулярная физика и термодинамика. [Ч. 2] : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.- 94, [1] с.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232321

1. Коньков, А. А. Аналитическая механика и основы расчета динамических нагрузок [Электронный ресурс] / А. А. Коньков. - Москва : МГАВТ, 2008. - 15 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401269> (дата обращения: 29.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Крамаренко, Н. В. Теоретическая механика. Часть 2: Динамика, аналитическая механика / Н. В. Крамаренко. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549346> (дата обращения: 29.05.2021). – Режим доступа: по подписке. -

-

1. Аналитическая механика : открытые видеолекции учебных курсов МГУ. – Изображение : видео : электронное // Лекториум Teach-in : [сайт]. – URL: <https://teach-in.ru/course/analytical-mechanics-kugushev> (дата обращения: 04.06.2021).

6. ,

6.1

1. Дубровский В. Г. Теоретическая механика [Электронный ресурс] : контролирующие материалы / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161978. - Загл. с экрана.

6.2

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3

, - .

7. -

1	(- , ,)	.

Новосибирск 2023

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Аналитическая механика представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Аналитическая механика.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК-2.В/НА Способность организовывать деятельность обучающихся, направленную на освоение дополнительной общеобразовательной программы	2. Умеет готовить информационные материалы о возможностях и содержании дополнительной общеобразовательной программы в части специальных областей знаний по геофизике	Дидактическая единица:1 Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Симметрии и законы сохранения. 1.1 1. Предмет теоретической физики. Число степеней свободы и обобщенные координаты. Элементы вариационного исчисления. Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа. 2. Функционал действия. Принцип наименьшего действия. Функция и уравнения Лагранжа. Аддитивность функции Лагранжа, неоднозначность в ее задании. Обобщенные импульсы. Циклические координаты. 3. Одномерное движение. Финитное и инфинитное движения. Метод подобия и размерности. Фазовые портреты динамических систем. Дидактическая единица:2 Анализ движений частиц в потенциальных силовых полях. Рассеяние и захват частиц. 2.2 1. Одномерное движение. Финитное и инфинитное движения. Метод подобия и размерности. Фазовые портреты динамических систем. 2. Постановка задачи двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Задача Кеплера. 3. Рассеяние частиц в центральном поле. Сечения рассеяния и захвата. Формула Резерфорда. 4.	РГЗ , части1, 2 и 3	Экзамен, вопросы 1-23.

		<p>Принцип наименьшего действия и уравнение движения для заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле. Дидактическая единица:3</p> <p>Линейные и нелинейные колебания. Нормальные колебания многомерных систем. 3.3 Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания и их свойства. Дидактическая единица:4</p> <p>Кинематика, динамика и энергетика движений твердого тела. Уравнения Эйлера и Лагранжа. Симметричный волчок. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. 4.4 1. Кинетическая энергия и момент импульса абсолютно твердого тела. Тензор инерции твердого и его свойства. 2. Уравнения движения твердого тела. 3. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера. Симметричный волчок. 4. Движение во вращающихся системах отсчета. Силы инерции: центробежная и Кориолиса. Дидактическая единица:5</p> <p>Гамильтонова форма механики. Уравнения Гамильтона, скобки Пуассона и интегралы движения. 5.5 1. Канонические уравнения Гамильтона. 2. Скобки Пуассона и интегралы движения. 3. Канонические преобразования.</p>		
<p>УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации.</p>	<p>Дидактическая единица:1</p> <p>Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Симметрии и законы сохранения. 1.1 1. Предмет теоретической физики. Число степеней свободы и обобщенные координаты. Элементы вариационного исчисления. Принцип Гамильтона и уравнения Лагранжа. 2. Функционал действия. Принцип наименьшего действия. Функция и уравнения Лагранжа. Аддитивность функции Лагранжа, неоднозначность в ее задании. Обобщенные импульсы. Циклические координаты. 3. Одномерное движение. Финитное и инфинитное движения. Метод подобия и размерности. Фазовые</p>	<p>Контрольные работы №1, 2, 3 РГЗ части 1, 2, 3</p>	<p>Экзамен, вопросы 1-23.</p>

		<p>портреты динамических систем. Дидактическая единица:2 Анализ движений частиц в потенциальных силовых полях. Рассеяние и захват частиц. 2.2 1. Одномерное движение. Фinitное и инфинитное движения. Метод подобия и размерности. Фазовые портреты динамических систем. 2. Постановка задачи двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Задача Кеплера. 3. Рассеяние частиц в центральном поле. Сечения рассеяния и захвата. Формула Резерфорда. 4. Принцип наименьшего действия и уравнение движения для заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле. Дидактическая единица:3 Линейные и нелинейные колебания. Нормальные колебания многомерных систем. 3.3 Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания и их свойства. Дидактическая единица:4 Кинематика, динамика и энергетика движений твердого тела. Уравнения Эйлера и Лагранжа. Симметричный волчок. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. 4.4 1. Кинетическая энергия и момент импульса абсолютно твердого тела. Тензор инерции твердого и его свойства. 2. Уравнения движения твердого тела. 3. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера. Симметричный волчок. 4. Движение во вращающихся системах отсчета. Силы инерции: центробежная и Кориолиса. Дидактическая единица:5 Гамильтонова форма механики. Уравнения Гамильтона, скобки Пуассона и интегралы движения. 5.5 1. Канонические уравнения Гамильтона. 2. Скобки Пуассона и интегралы движения. 3. Канонические преобразования.</p>		
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные	2. Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать	<p>Дидактическая единица:1 Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Симметрии и законы сохранения. 1.1 Функции и уравнения Лагранжа для</p>	Контрольные работы №1, 2, 3 РГЗ части 1, 2, 3	Экзамен, вопросы 1-23.

способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	простейших физических систем. Дидактическая единица:2 Анализ движений частиц в потенциальных силовых полях. Рассеяние и захват частиц. 2.2 1. Задачи на одномерное движение: закон движения и период. Интегралы движения и их использование. 2. Задачи на движение в центрально-симметричном потенциальном силовом поле. Вычисление сечений рассеяния и захвата частиц. Дидактическая единица:3 Линейные и нелинейные колебания. Нормальные колебания многомерных систем. 3.3 Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания и их свойства. Дидактическая единица:4 Кинематика, динамика и энергетика движений твердого тела. Уравнения Эйлера и Лагранжа. Симметричный волчок. Законы динамики в неинерциальных системах отсчета. 4.4 1. Вычисление тензора инерции. Динамика вращательного движения твердых тел. 2. Задачи на движение тел в неинерциальных системах отсчета. Дидактическая единица:5 Гамильтонова форма механики. Уравнения Гамильтона, скобки Пуассона и интегралы движения. 5.5 Задачи на составление и решение уравнений Гамильтона.		
			Контрольная работа №1, темы (задания) 1, 7, 12, 15 РГЗ(Р), задания 1, 7, 12, 15 Реферат, темы 1, 7, 12, 15 Курсовая работа, разделы 1, 2 или введение, список литературы и источников	Зачет, вопросы 1, 7, 12, 15 Экзамен, вопросы 1, 7, 12, 15

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины (модуля) **оставить нужное,**

указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (Части 1, 2, 3) (РГЗ), контрольная работа (№1, 2, 3). Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-2.В/НА, УК-1, УК-2 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса и две задачи, каждый (каждая) из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-2.В/НА, УК-1, УК-2, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Аналитическая механика», 4 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить и научиться программной реализации принципов, методов и алгоритмов решения основных и вспомогательных задач по дисциплине «Аналитическая механика».

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач, и построение графиков физических зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально. Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться правилом оформления отчета по РГЗ(Р).

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)

Требования к оформлению:

РГЗ(Р) выполняется в форме отчета на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент её распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его

самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 40 до 35 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 28 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 27 до 20 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 40 до 20 баллов включительно.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

1. Принцип наименьшего действия Гамильтона и уравнения Лагранжа. Простейшие задачи на отыскание функции Лагранжа различных физических систем и выписывание уравнений Лагранжа.
2. Аддитивность функции Лагранжа, неоднозначность в ее задании. Обобщенные импульсы и циклические координаты. Простейшие задачи на вычисление обобщенных импульсов и отыскание циклических координат.
3. Преобразование симметрии и интегралы движения. Теорема Эмми Нетер. Простейшие задачи на отыскание интегралов движения с помощью теоремы Э. Нетер.
4. Качественный анализ одномерных движений. Финитные и инфинитные движения. Задачи на анализ одномерных движений в различных потенциальных силовых полях.
5. Задача Кеплера. Получение уравнений орбит в задаче Кеплера. Простейшие применения законов Кеплера и уравнений орбит для анализа движения космических тел.
6. Рассеяние частиц в центральном поле. Сечения рассеяния частиц: дифференциальное, полное. Задачи на вычисление сечений рассеяния.
7. Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания, свойства ортогональности для векторов нормальных колебаний. Простые задачи на описание нормальных колебаний систем с несколькими степенями свободы.
8. Кинетическая энергия и момент импульса абсолютно твердого тела. Тензор инерции и его свойства. Задачи на подсчет тензора инерции различных тел.
9. Вывод канонических уравнений Гамильтона. Задачи на получение уравнений Гамильтона для простейших систем.
10. Скобки Пуассона и интегралы движения. Задачи на вычисление скобок Пуассона и интегралов движения.

Задачи РГР по дисциплине «Аналитическая механика» содержатся в учебном пособии:

Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля: вопросы и задания: учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил.. –
Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Аналитическая механика», 4 семестр

1. Методика оценки

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Контрольная работа направлена на закрепление и проверку уровня владения учебным материалом по теоретическим темам и темам практических занятий, а также формирование навыков самостоятельного анализа процессов и явлений, по дисциплине «Аналитическая механика».

Контрольная работа проводится по темам:

1. Простейшие задачи на отыскание функции Лагранжа различных физических систем, выписывание и интегрирование уравнений Лагранжа в простейших случаях.
2. Простейшие задачи на вычисление обобщенных импульсов и отыскание циклических координат.
3. Преобразование симметрии и интегралы движения. Теорема Эмми Нетер. Простейшие задачи на отыскание интегралов движения с помощью теоремы Э. Нетер.
4. Качественный анализ одномерных движений. Финитные и инфинитные движения. Задачи на анализ одномерных движений в различных потенциальных силовых полях.
5. Постановка задачи двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Разделение движения центра масс и относительного движения. Задачи на описание относительного движения.
6. Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания, свойства ортогональности для векторов нормальных колебаний. Простые задачи на описание нормальных колебаний систем с несколькими степенями свободы.
7. Вывод канонических уравнений Гамильтона. Задачи на получение уравнений Гамильтона для простейших систем.
8. Скобки Пуассона и интегралы движения. Задачи на вычисление скобок Пуассона и интегралов движения.

Номер индивидуального варианта определяется по порядковому номеру фамилии студента в списке группы. Изменение варианта задания возможно только по согласованию с преподавателем.

Количество вариантов достаточно для обеспечения, каждого обучающегося заданием контрольной работы.

Структура контрольной работы:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Основная часть (задачи контрольной работы).

Основная часть – это решенные студентом задачи контрольной работы. Решение должно быть самостоятельным, развернутым и аргументированным. Рекомендуются излагать мысли, по существу, кратко и логично.

Требования к оформлению:

Контрольная работа выполняется в форме рукописного текста на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по

лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Контрольная работа предоставляется для проверки в срок, установленный преподавателем. По результатам выполнения контрольной работы студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

Контрольная работа проводится по вышеперечисленным темам, включает 3 задания. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

Контрольная работа выполнена **на продвинутом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 10 до 9 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 8 до 7 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части контрольной работы в целом согласованы. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Закрепленные за контрольной работой компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 6 до 5 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной**, если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части контрольной работы не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует о том, что совокупность результатов ее выполнения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит множество существенных пробелов. Закрепленные за контрольной работой компетенции не сформированы. Оценка составляет *от 4 до 0 баллов*.

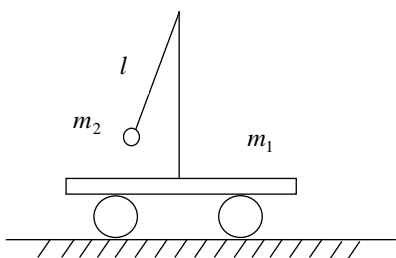
3. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине

считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 10 до 2 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение контрольной работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в НГТУ.

4. Примерный перечень заданий одного варианта контрольной работы



1. Тележка массой m_1 способна без трения двигаться по горизонтальной поверхности. На тележке закреплен математический маятник массой m_2 , длиной l .

Записать лагранжиан, получить уравнения движения для маятника и тележки, решить их и найти законы движения. В начальный момент времени маятник находился в покое в положении равновесия, а тележке придать малую начальную скорость v_0 . Массой колес пренебречь.

2. Найти интеграл движения частицы, движущейся в однородном поле $U(\vec{r}) = -\vec{F} \cdot \vec{r}$, используя симметрию лагранжиана при смещении вдоль направления силы.

3. Точка с массой $m=1$ движется в поле с центральной симметрией $U = -\frac{1}{2r^2}$.

Проинтегрировать уравнения движения и найти закон движения, если $E < 0$, $M < 1$. В начальный момент времени точка находилась на максимально возможном расстоянии от центра.

Задачи для контрольной работы по дисциплине «Аналитическая механика» содержатся в учебном пособии:

Дубровский В. Г. Курс теоретической физики. Механика и теория электромагнитного поля : вопросы и задания : учебное пособие [для 2-3 курсов ФТФ лазерных специальностей] / В. Г. Дубровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 64, [2] с. : ил. –
Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000081215

Паспорт экзамена

по дисциплине «Аналитическая механика», 4 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и задачи и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12;
 - второй вопрос из диапазона вопросов 13-23;
- третий вопрос – задача (примеры задач приведены в п.5).

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Аналитическая механика»

1. Число степеней свободы. Связи, их типы и обобщенные координаты. Простейшие задачи на подсчет числа степеней свободы.
2. Вывод формулы Резерфорда для дифференциального сечения рассеяния частиц, взаимодействующих посредством кулоновских сил.
3. Задача. Вычислить фундаментальные скобки Пуассона: $\{q_i, q_j\}$, $\{p_i, p_j\}$, $\{q_i, p_j\}$, $\{M_i, x_j\}$, $\{M_i, p_j\}$, $\{M_i, M_j\}$.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных

процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Аналитическая механика»

1. Число степеней свободы. Связи, их типы и обобщенные координаты. Простейшие задачи на подсчет числа степеней свободы.
2. Уравнение Эйлера, как необходимое условие экстремума функционала. Простейшие задачи на вариационное исчисление.
3. Принцип наименьшего действия Гамильтона и уравнения Лагранжа. Что такое ковариантность уравнений Лагранжа? Простейшие задачи на отыскание функции Лагранжа различных физических систем и выписывание уравнений Лагранжа.
4. Аддитивность функции Лагранжа, неоднозначность в ее задании. Обобщенные импульсы и циклические координаты. Простейшие задачи на вычисление обобщенных импульсов и отыскание циклических координат.
5. Преобразование симметрии и интегралы движения. Теорема Эмми Нетер. Простейшие задачи на отыскание интегралов движения с помощью теоремы Э. Нетер.
6. Качественный анализ одномерных движений. Финитные и инфинитные движения. Задачи на анализ одномерных движений в различных потенциальных силовых полях.

7. Методы подобия и размерности, задачи на их применения.
8. Фазовые портреты динамических систем. Простейшие задачи на построение фазовых портретов различных систем.
9. Постановка задачи двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Разделение движения центра масс и относительного движения. Задачи на описание относительного движения.
10. Задача Кеплера. Получение уравнений орбит в задаче Кеплера. Простейшие применения законов Кеплера и уравнений орбит для анализа движения космических тел.
11. Рассеяние частиц в центральном поле. Сечения рассеяния частиц: дифференциальное, полное. Задачи на вычисление сечений рассеяния.
12. Вывод формулы Резерфорда для дифференциального сечения рассеяния частиц, взаимодействующих посредством кулоновских сил.
13. Сечения захвата. Задачи на вычисление сечений захвата.
14. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа для нерелятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.
15. Линейные многомерные колебания. Нормальные колебания, свойства ортогональности для векторов нормальных колебаний. Простые задачи на описание нормальных колебаний систем с несколькими степенями свободы.
16. Нормальные колебания цепочек из одинаковых атомов и атомов двух типов. Составление уравнений, определение законов дисперсий. Переход к континуальному пределу.
17. Кинетическая энергия и момент импульса абсолютно твердого тела. Тензор инерции и его свойства. Задачи на подсчет тензора инерции различных тел.
18. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера для описания движения твердого тела.
19. Анализ движения симметричного волчка, свободного и с закрепленной точкой, помещенного в однородное поле тяжести Земли. Простые задачи на анализ движения симметричного волчка.
20. Вывод канонических уравнений Гамильтона. Задачи на получение уравнений Гамильтона для простейших систем.
21. Обобщенная энергия механической (динамической) системы, ее структура.
22. Уравнения Гамильтона для заряженной частицы в электромагнитном поле.
23. Скобки Пуассона и интегралы движения. Задачи на вычисление скобок Пуассона и интегралов движения.

5. Примеры задач к экзамену по дисциплине «Аналитическая механика»

1. Найти кривую в вертикальной плоскости, двигаясь по которой под действием силы тяжести материальная точка перейдет из одной данной точки в другую в кратчайшее время.
2. Найти интегралы движения для частицы, движущейся:
 - а) в однородном поле $U(\vec{r}) = -\vec{F} \cdot \vec{r}$;
 - б) в поле $U(\vec{r})$, где $U(\vec{r})$ – однородная функция: $U(\alpha \vec{r}) = \alpha^n U(\vec{r})$ (уточнить, при каком n преобразование подобия не меняет вид действия).
3. Найти закон движения материальной точки в центральном силовом поле с потенциалом:

а) $U(r) = \frac{k r^2}{2}$; б) $U(\vec{r}) = \frac{\alpha}{r^2}$; в) $U(\vec{r}) = -\frac{\alpha}{r^2}$.

4. Определить эффективное сечение рассеяния частиц от абсолютно твердого шарика радиусом a .

$$U(r) = \begin{cases} \infty, & r \leq a, \\ 0, & r > a. \end{cases}$$

5. Рассчитать тензор инерции двух материальных точек массами m_1 и m_2 , находящихся на расстоянии d , относительно осей, проходящих через их центр инерции.

6. Найти нормальные колебания трех одинаковых частиц, связанных одинаковыми пружинками и могущих двигаться по кольцу. Определить нормальные координаты, приводящие функцию Лагранжа к сумме квадратов.

7. Частица массой m движется в центральном поле с потенциальной энергией $U(r)$.

Записать лагранжиан в сферических координатах, вычислить импульсы (p_r, p_θ, p_ϕ) , сопряженные координатам (r, θ, ϕ) , определить гамильтониан $H(r, \theta, \phi, p_r, p_\theta, p_\phi)$ и записать уравнения Гамильтона.

8. Для нерелятивистской заряженной частицы в электромагнитном поле, описываемой лагранжианом $L = \frac{mv^2}{2} + q\vec{A} \cdot \vec{v} - q\phi$, получить гамильтониан и выписать уравнения Гамильтона.

9. Вычислить фундаментальные скобки Пуассона: $\{q_i, q_j\}$, $\{p_i, p_j\}$, $\{q_i, p_j\}$, $\{M_i, x_j\}$, $\{M_i, p_j\}$, $\{M_i, M_j\}$.

10. Найти траекторию и закон движения частицы в поле $U(\vec{r})$ с помощью уравнения Гамильтона–Якоби для полей вида:

а) $U(\vec{r}) = -F x$;

б) $U(\vec{r}) = \frac{m\omega_l^2 x^2}{2}$.