

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая механика

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Курс: 2, семестры : 3 4

Механико-технологический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	3	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	63	66
4	Лекции, час.	18	18
5	Практические занятия, час.	36	36
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	19	17
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	7	10
10	Самостоятельная работа, час.	45	42
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	РГЗ
12	Вид аттестации	Э	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

ФГОС введен в действие приказом №1000 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 25.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Рыков А. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Рахимьянов Х. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; в части следующих результатов обучения:
з3. знать методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел
у1. уметь составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел
у3. владеть навыками использования законов трения, составления и решения уравнений равновесия, движения тел, определения кинематической энергии многомассовой системы, работы сил, приложенных к твердому телу при его движениях
Компетенция ФГОС: ПК.5 способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа проектных расчетов, разработке (на основе действующих нормативных документов) проектной и рабочей и эксплуатационной технической документации (в том числе в электронном виде) машиностроительных производств, их систем и средств, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим нормативным документам, оформлении законченных проектно-конструкторских работ; в части следующих результатов обучения:
у2. владеть навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Теоретическая механика	
ОПК.1.з3 знать методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел	
1.методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2.характеристики движения тела и его отдельных точек при различных способах задания движения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.1.у1 уметь составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел	
3.теорию свободных малых колебаний консервативной механической системы с одной степенью свободы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.теоремы об изменении количества движения, кинематического момента и кинематической энергии системы	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
5.составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел	Лекции
6.навыками использования законов трения, составления и решения уравнений равновесия, движения тел, определения кинематической энергии многомассовой системы, работы сил, приложенных к твердому телу, при его движениях	Лекции
ОПК.1.у3 владеть навыками использования законов трения, составления и решения уравнений равновесия, движения тел, определения кинематической энергии многомассовой системы, работы сил, приложенных к твердому телу при его движениях	
7.законы трения и качения	Лекции; Практические занятия
ПК.5.у2 владеть навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела	
8.владеть навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: статика				
1. Статика. Элементы статики. Связи и реакции связей. Система сходящихся сил. Теория пар сил	0	4	1, 3, 5	Основные задачи статики. Связи и реакции связей. Условие равновесия сходящейся системы сил.
2. Приведение произвольной системы сил к данному центру. Аналитические условия равновесия произвольной плоской	0	4	1, 6	Условие равновесия плоской и пространственной систем сил.
Дидактическая единица: Кинематика точки и твердого тела				
3. Сложное движение точки. Абсолютное и относительное движение точки, переносное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений.	0	2	4	Теорема сложения скоростей. Теорема Кориолиса.
4. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений.	0	2	2, 4	Сложное движение твердого тела. Углы Эйлера. Сферическое движение твердого тела.

5. Плоско-параллельное движение твердого тела. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса. Определение скоростей точек плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Определение ускорения любой точки плоской фигуры.	0	2	1, 4	В течение двух семестров студенты выполняют расчетно-графические задания, которые охватывают основные разделы курса. Цель. При выполнении расчетно-графических заданий студент приобретает навыки по составлению дифференциальных уравнений движения механических систем, вычисления статических и динамических реакций в различных механических системах, вычислению скоростей и ускорений различных точек механической системы. Требования к оформлению пояснительной записки. 1. Данные для выполнения задачи следует выбирать из соответствующей таблицы со-гласно своему номеру в групповом журнале. 2. Работы, выполненные с нарушением этого указания, не рассматриваются. 3. Все задания должны быть выполнены самостоятельно после изучения соответствующего раздела курса "Теоретическая механика" (см. список литературы). Несамостоятельно выполненные задания не позволяют преподавателю обратить внимание студента на его неподготовленность. 4. Задания выполняются на стандартных листа
---	---	---	------	---

6. Кинематика твердого тела. Понятие об абсолютно твердом теле. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси.	0	4	4	В течение двух семестров студенты выполняют расчетно-графические задания, которые охватывают основные разделы курса. Цель. При выполнении расчетно-графических заданий студент приобретает навыки по составлению дифференциальных уравнений движения механических систем, вычисления статиче-ских и динамических реакций в различных механических системах, вычислению скоростей и ускорений различных точек механической системы. Требования к оформлению пояснительной записки. 1. Данные для выполнения задачи следует выбирать из соответствующей таблицы со-гласно своему номеру в групповом журнале. 2. Работы, выполненные с нарушением этого указания, не рассматриваются. 3. Все задания должны быть выполнены самостоятельно после изучения соответствующего раздела курса "Теоретическая механика" (см. список литературы). Несамостоятельно вы-полненные задания не позволяют преподавателю обратить внимание студента на его неподго-товленность. 4. Задания выполняются на стандартных листа
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Динамика механической системы				
7. Количество движения и момент количества движения системы. Теоремы об изменении количества и момента количества движения системы. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.	0	4	1, 4	Количество движения и момент количества движения системы. Теорема об изменении количества движения и момента количества движения системы

8. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. 2	0	4	4	Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
9. Принцип Даламбера. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.	0	2	2, 4	Силы инерции. Принцип Даламбера. Определение динамических реакций.
10. Принцип возможных перемещений. Связи и их уравнения. Возможные перемещения. Возможная работа. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики	0	2	2	Связи и их уравнения. Возможная работа. Принцип возможных перемещений.
11. Уравнения Лагранжа II рода. Обобщенные координаты механической системы. Обобщенные силы. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах	0	4	2, 4	Обобщенные координаты. Уравнение Лагранжа II рода.
12. Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле. Устойчивость равновесия консервативной системы.	0	2	2, 7	Потенциальная энергия. Устойчивость системы.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: статика				
1. Векторный анализ. Входной контроль	2	6	1	Повторяют элементы векторного анализа для проецирования векторов в плоскости и в пространстве на координатные оси.
2. Равновесие плоской системы сил	5	6	1, 2	Изучают методику составления уравнений равновесия плоской системы сил и решают их
3. Кинематика точки. Определение скоростей и ускорений при координатном и естественном способах задания движения.	3	6	3, 4	Изучают способы задания движения точки и производят расчет основных кинематических параметров движения точки

Дидактическая единица: Кинематика точки и твердого тела				
4. Поступательное и вращательное движение твердого тела	3	6	2, 4, 8	Изучают методику расчета основных кинематических пара-метров при поступательном и вращательном движениях
5. Плоское движение твердого тела	4	6	3, 4	Изучают методику расчета основных кинематических параметров в простейших механизмах
6. Сложное движение точки	2	6	2	Изучают методику расчета абсолютных скорости и ускорения точки при ее сложном движении
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Динамика точки				
7. 1 и 2 задачи динамики материальных точки	4	6	1, 3, 8	Изучают методику составления дифференциальных уравнений движения материальной точки в неподвижной системе координат и решать их
Дидактическая единица: Динамика механической системы				
8. Геометрия масс. Теорема о движении центра масс	0	6	1	Изучают методики вычисления моментов инерции различных тел и использования теоремы о движении центра масс для решения конкретных задач
9. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения точки и системы	2	6	4	Изучают методики применения теорем об изменении количества движения и момента количества движения системы для решения конкретных задач
10. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии	3	6	1, 3	Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии Изучают методику применения теоремы об изменении кинетической энергии для нахождения скорости и ускорения 2
11. Принцип Даламбера	3	6	2, 4	Изучают методику применения принципа Даламбера для определения динамических реакц
12. Принцип возможных перемещений	5	3	2	Изучают методику применения принципа возможных перемещений для определения статических реакций в опорах
13. Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа II рода	0	3	7	Изучают методику составления дифференциальных уравнений движения системы с помощью общего уравнения динамики и уравнения Лагранжа II рода

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 8	3	0
Студент решает 6 задач из РГР: Раздел 1. Тема "Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения" Выполняется расчет траектории движения точки, скорости и ускорения точки в указанный момент времени. Раздел 2. Тема "Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях". Выполняется расчет скорости и ускорения и точки одного из колес механизма по заданным уравнениям движения груза. Раздел 3. Тема "Кинематический анализ плоского механизма". Выполняется расчет ускорения указанных точек, а также угловой скорости и углового ускорения указанного звена механизма. Раздел 4. Тема "Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки". Выполняется расчет абсолютных скорости и ускорения точки в указанный момент времени по заданным уравнениям относительного движения и движения тела. Раздел 5. Тема "Определение реакций опор составной конструкции (система из двух тел)". Раздел 6 Тема "Определение реакций в опорах твердого тела" : Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	42	7
: Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
Семестр: 4				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 8	2	10
аздел 1. Тема "Интегрирование диф. уравнений движения материальной точки" Составляются и интегрируются диф. уравнения точки. Раздел 2. Тема "Исследование относительного движения материальной точки". Составляются и интегрируются диф. уравнения относительного движения точки. Раздел 3. Тема "Применение теоремы об изменении кинетического момента к определению угловой скорости твердого тела". Исследуется изменение угловой скорости тела при движении по нему точки. Раздел 4. Тема "Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы". . Раздел 5. Тема "Применение принципа Даламбера для определения реакций в опорах". Вычисляются реакции в опорах Раздел 6. Тема "Применение принципа возможных перемещений к определению реакций опор составной конструкции". Определяются реакции в опорах составной конструкции. Раздел 7. Тема "Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы" : Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	40	0

: Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Кейс-стади:Решение задач	ОПК.1;
Формируемые умения: з3. знать методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел; у1. уметь составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел		
Краткое описание применения: Изучение теоретической модели		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
РГЗ:	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Теоретическая механика : сборник олимпиадных задач для технических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. В. Крамаренко, А. И. Родионов, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2007. - 98, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3402.rar "		
Семестр: 4		
РГЗ:	40	80
Контролирующие материалы приводятся в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		

Зачет:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Теоретическая механика : сборник олимпиадных задач для технических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. В. Крамаренко, А. И. Родионов, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2007. - 98, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3402.rar "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
ОПК.1	з3. знать методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел	+	+	+
	у1. уметь составлять уравнения равновесия для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел		+	+
	у3. владеть навыками использования законов трения, составления и решения уравнений равновесия, движения тел, определения кинематической энергии многомассовой системы, работы сил, приложенных к твердому телу при его движениях			+
ПК.5	у2. владеть навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела	+		

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики. В 2 т.. Т. 1-2 : [учебное пособие для вузов по техническим специальностям] / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. - СПб. [и др.], 2008. - 729 с. : ил.
2. Красюк А. М. Сборник заданий для расчетно-графических работ по теоретической механике : учебное пособие / А. М. Красюк, А. А. Рыков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 163, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182070
3. Красюк А.М. Теоретическая механика. Конспект лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.М. Красюк— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009.— 138 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45438.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Родионов А. И. Теоретическая механика. Ч. 3 : конспект лекций / А. И. Родионов, В. Ф. Ким ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 239, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000145981
5. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики : учебник для высших технических учебных заведений / С. М. Тарг. - М., 2008. - 415, [1] с. : ил.
6. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : [учебное пособие для втузов] / [А. А. Яблонский [и др.] ; под общ. ред. А. А. Яблонского. - М., 2008. - 382 с. : ил., портр.

Дополнительная литература

1. Лойцянский Л. Г. Курс теоретической механики. [В 2 т.]. Т. 1 : учебное пособие для вузов / Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. - М., 1982. - 352 с. : схемы, черт.
2. Мещерский И. В. Сборник задач по теоретической механике : Учеб. пособие для втузов / Под ред. Бутенина Н. В. - М., 1981. - 480 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.
2. Теоретическая механика : сборник олимпиадных задач для технических специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Н. В. Крамаренко, А. И. Родионов, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2007. - 98, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3402.rar>
3. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	чтение лекций и проведение практических занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая механика

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине "Теоретическая механика" приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	з3. знать методы нахождения реакций связей в движущейся системе твердых тел	Векторный анализ. Входной контроль Геометрия масс. Теорема о движении центра масс Количество движения и момент количества движения системы. Теоремы об изменении количества и момента количества движения системы. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела. Плоско-параллельное движение твердого тела. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса. Определение скоростей точек плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Определение ускорения любой точки плоской фигуры. Приведение произвольной системы сил к данному центру. Аналитические условия равновесия произвольной плоской Принцип Даламбера. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии Равновесие плоской системы сил Статика. Элементы статики. Связи и реакции связей. Система сходящихся сил. Теория пар сил 1 и 2 задачи динамики материальных точки	РГЗ, Разделы 1 – 6 Семестр	Семестр 3. Экзамен, вопросы: 1 - 30 Семестр 4. Зачет вопросы: 1 - 20

ОПК.1	у1. уметь составлять уравнения для тела, находящегося под действием произвольной системы сил, находить положения центров тяжести тел	Количество движения и момент количества движения системы. Теоремы об изменении количества и момента количества движения системы. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела. Плоское движение твердого тела Плоско-параллельное движение твердого тела. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса. Определение скоростей точек плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Определение ускорения любой точки плоской фигуры. Поступательное и вращательное движение твердого тела Приведение произвольной системы сил к данному центру. Аналитические условия равновесия произвольной плоской Принцип Даламбера. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии Статика. Элементы статики. Связи и реакции связей. Система сходящихся сил. Теория пар сил		Семестр 3. Экзамен, вопросы: 1 - 30 Семестр 4. Зачет вопросы: 1 - 20
ОПК.1	у3. владеть навыками использования законов трения, составления и решения уравнений равновесия, движения тел, определения кинематической энергии многомассовой системы, работы сил, приложенных к твердому телу при его движениях	Общее уравнение динамики. Уравнение Лагранжа II рода Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле. Устойчивость равновесия консервативной системы.		Семестр 3. Экзамен, вопросы: 1 - 30 Семестр 4. Зачет вопросы: 1 - 20

ПК.5 способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа проектных расчетов, разработке (на основе действующих нормативных документов) проектной и рабочей и эксплуатационной технической документации (в том числе в электронном виде) машиностроительных производств, их систем и средств, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим нормативным документам, оформлении законченных проектно-конструкторских работ	у2. владеть навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела	Поступательное и вращательное движение твердого тела 1 и 2 задачи динамики материальных точки	РГЗ, Семестр 4 Разделы 6 -7	Семестр 3. Экзамен, вопросы: 1 - 30 Семестр 4. Зачет вопросы: 1 - 20
---	--	---	--------------------------------	---

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, в 4 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.5.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Вопросы приведены в паспорте зачета Экзамен проводится письменно, вопросы приведены в паспорте экзамена.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретическая механика», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона теоретических вопросов, охватывающих кинематику точки и плоского механизма, второй вопрос из диапазона теоретических вопросов, охватывающих раздел статика (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). Третий вопрос представляет задача либо по статике, либо по кинематике (пример приводится ниже).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Теоретическая механика»

1. Определение скоростей точек тела при плоском движении.
2. Момент силы относительно оси.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ проф. Пустовой Н.В.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 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, оценка составляет от 11 до 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если

студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 21 до 30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 31 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины и ниже:

Количество баллов	Традиционная оценка	Оценка по шкале ECTS
87–100	зачтено	A+; A; A-; B+
73–86	зачтено	B; B-; C+; C
50–72	зачтено	C-; D+; D; D-; E
25–49	не зачтено	FX с правом пересдачи
0–24	не зачтено	F

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теоретическая механика»

СТАТИКА

1. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей
2. Основные типы связей и их реакции
3. Различные формы систем условий равновесия плоской системы сил
4. Условия эквивалентности пар сил
5. Аксиома освобожденности от связей
6. Понятие пары сил. Момент пары
7. Понятие о статически определенных и статически неопределенных задачах
8. Момент силы относительно точки
9. Момент силы относительно оси.
10. Теорема статики о приведении произвольной системы сил к данному центру.
11. Главный вектор и главный момент произвольной системы сил относительно центра
12. Условия равновесия системы параллельных сил на плоскости и в пространстве
13. Формулы для определения координат центра тяжести тела

КИНЕМАТИКА

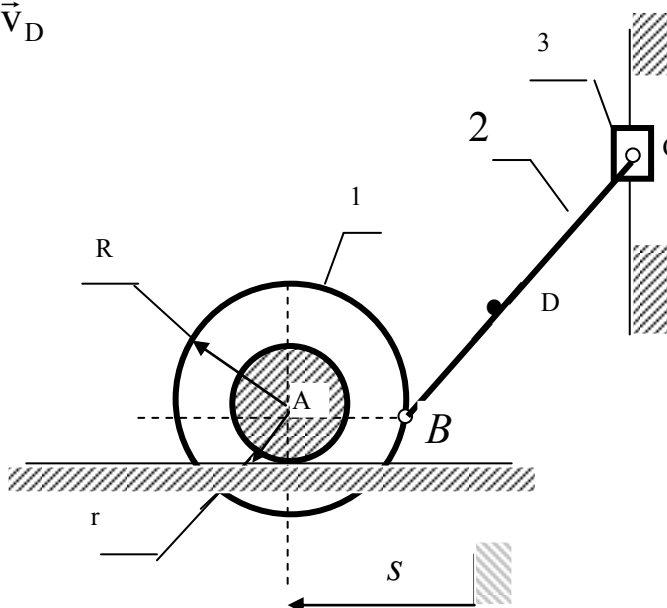
14. Способы задания движения точки
15. Скорость и ускорение точки при векторном способе задания ее движения
16. Формулы вычисления скорости и ускорения точки при естественном способе задания ее движения
17. Формулы вычисления скорости и ускорения при координатном способе задания ее движения в декартовых координатах
18. Поступательное движение. Примеры.
19. Определение вращательного движения тела вокруг неподвижной оси.
Уравнение вращательного движения
20. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси
21. Угловая скорость и угловое ускорение вращающегося твердого тела как векторы
22. Теорема о сложении скоростей
23. Теорема о сложении ускорений точки для поступательного переносного движения
24. Теорема о сложении ускорений точки для вращательного переносного движения (теорема Кориолиса)
25. Ускорение Кориолиса. Его модуль и направление
26. Плоское движение твердого тела. Уравнение движения плоской фигуры
27. Определение скорости любой точки плоской фигуры
28. Мгновенный центр скоростей плоской фигуры и его нахождение
29. Определение скоростей точек плоской фигуры при помощи мгновенного центра скоростей
30. Определение ускорения любой точки плоской фигуры

Пример. Задача к билету № 1

Дан закон движения точки A: $s = s(t)$

Найти: $\vec{V}_A$, $\vec{V}_B$, $\vec{V}_C$, $\vec{V}_D$

ω_1 , ω_2



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

**Паспорт
расчетно-графической работы**

по дисциплине «Теоретическая механика», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графической работы по дисциплине студенты должны рассчитать кинематические параметры движения точки, твердого тела; составить уравнения равновесия как плоской так и пространственной системы сил в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графической работы студенты должны провести анализ полученных результатов, выбрать и обосновать диагностические признаки и параметры, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГР:

Расчетная схема, постановка задачи, выбор метода решения, решение, анализ результатов.

Оцениваемые позиции:

Правильность расчетной схемы, метода решения задачи, анализ решения

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГР, отсутствует анализ результатов, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 0 до 29 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГР выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 30 до 40 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет от 41 до 50 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет от 51 до 60 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГР учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенной ниже.

Количество баллов	Традиционная оценка	Оценка по шкале ECTS
87–100	зачтено	A+; A; A-; B+
73–86	зачтено	B; B-; C+; C
50–72	зачтено	C-; D+; D; D-; E
25–49	не зачтено	FX с правом пересдачи
0–24	не зачтено	F

4. Примерный перечень тем РГР

Студент решает 6 задач из РГР:

Раздел 1. Тема "Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения"

Выполняется расчет траектории движения точки, скорости и ускорения точки в указанный момент времени.

Раздел 2. Тема "Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях".

Выполняется расчет скорости и ускорения и точки одного из колес механизма по заданным уравнениям движения груза.

Раздел 3. Тема "Кинематический анализ плоского механизма".

Выполняется расчет ускорения указанных точек, а также угловой скорости и углового ускорения указанного звена механизма.

Раздел 4. Тема "Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки".

Выполняется расчет абсолютных скорости и ускорения точки в указанный момент времени по заданным уравнениям относительного движения и движения тела.

Раздел 5. Тема "Определение реакций опор составной конструкции (система из двух тел)".

Раздел 6. Тема "Определение реакций в опорах твердого тела"

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

Паспорт зачета

по дисциплине «Теоретическая механика», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона теоретических вопросов, охватывающих раздел динамика материальной точки, второй вопрос из диапазона теоретических вопросов, охватывающих раздел динамика материальной системы (список вопросов приведен ниже). Третий вопрос представляет задачу либо по динамике точки, либо по динамике системы. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1 _____

к зачету по дисциплине «Теоретическая механика»

1. Решение 1 и 2 задачи материальной точки.
2. Работа. Мощность. Кинетическая энергия.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой _____

,проф. Пустовой Н.В.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 8 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 8 до 10 *баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 11 до 15 *баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 16 до 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенной ниже.

Количество баллов	Традиционная оценка	Оценка по шкале ECTS
87–100	зачтено	A+; A; A-; B+
73–86	зачтено	B; B-; C+; C
50–72	зачтено	C-; D+; D; D-; E
25–49	не зачтено	FX с правом пересдачи
0–24	не зачтено	F

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теоретическая механика»

1. Предмет динамики. Основные законы механики Галилея – Ньютона. Инерциальная система отсчета. Понятие массы.
2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах и в естественной форме (уравнения Эйлера).
3. Решение первой и второй задач динамики для материальной точки.
4. Понятие механической системы. Масса системы. Центр масс системы и его координаты. Теорема о движении центра масс системы.
5. Понятие силы. Две классификации сил, действующих на механическую систему. Главный вектор и главный момент внутренних сил. Работа внутренних сил в твердом теле.
6. Момент инерции твердого тела относительно центра и относительно оси. Радиус инерции. Понятие о центробежных моментах инерции.
7. Количество движения материальной точки и главный вектор количества движения механической системы. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и конечной формах. Закон сохранения количества движения механической системы.
8. Момент количества движения материальной точки и главный момент количества движения системы относительно центра и оси. Теорема об изменении главного момента количества движения системы. Закон сохранения главного момента количества движения системы.
9. Главный момент количества движения (кинетический момент) вращающегося твердого тела относительно оси вращения. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.

10. Приближенная теория гироскопа.
11. Понятие работы силы. Элементарная работа силы и ее выражения при различных способах задания движения точки.
12. Работа постоянной и работа переменной сил на конечном перемещении точки приложения сил. Мощность.
13. Работа силы тяжести (вывод). Работа упругой силы (вывод).
14. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной формах.
15. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы.
16. Принцип возможных перемещений.
17. Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа II рода.
18. Динамика относительного движения материальной точки.
19. Потенциальная энергия механической системы. Понятие о консервативной системы. Закон сохранения механической энергии.
20. Свободные колебания системы с одной степенью свободы. Устойчивость равновесия системы.

Пример задачи.
к экзаменационному билету №1

Масса кузова трамвайного вагона 10000 кг. Масса тележки с колесами 1000 кг. Определить силу наибольшего и наименьшего давления вагона на рельсы горизонтального прямолинейного участка пути, если на ходу кузов совершает на рессорах вертикальные гармонические колебания по закону $x=0.02\sin(10t)$ м.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра прочности летательных аппаратов

**Паспорт
расчетно-графической работы**

по дисциплине «Теоретическая механика», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графической работы по дисциплине студенты должны рассчитать динамические параметры механической системы в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графической работы студенты должны провести анализ полученных результатов, выбрать и обосновать правильность математической модели, разработать алгоритмы диагностирования, выбрать аппаратные средства.

Обязательные структурные части РГР:

Расчетная схема, постановка задачи, выбор метода решения, решение задачи, анализ результатов.

Оцениваемые позиции:

Правильность расчетной схемы, метода решения задачи, анализ решения

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГР, неправильно составлена расчетная схема, неправильно выбран метод решения задачи, отсутствует анализ результатов, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 0 до 39 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 40 до 55 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет от 56 до 64 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 65 до 80 баллов.

3. Шкала оценки

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

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины и ниже:

Количество баллов	Традиционная оценка	Оценка по шкале ECTS
87–100	зачтено	A+; A; A-; B+
73–86	зачтено	B; B-; C+; C

50–72	зачтено	C-; D+; D; D-;E
25–49	не зачтено	FX с правом пересдачи
0–24	не зачтено	F

4. Примерный перечень тем РГР

Студент решает 7 задач из РГР:

Раздел 1. Тема "Интегрирование диф. уравнений движения материальной точки". Составляются и интегрируются диф. уравнения точки.

Раздел 2. Тема "Исследование относительного движения материальной точки". Составляются и интегрируются диф. уравнения относительного движения точки.

Раздел 3. Тема "Применение теоремы об изменении кинетического момента к определению угловой скорости твердого тела". Исследуется изменение угловой скорости тела при движении по нему точки.

Раздел 4. Тема "Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы".

Раздел 5. Тема "Применение принципа Даламбера для определения реакций в опорах". Вычисляются реакции в опорах

Раздел 6. Тема "Применение принципа возможных перемещений к определению реакций опор составной конструкции".

Определяются реакции в опорах составной конструкции.

Раздел 7. Тема "Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы"