



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Михальчевский Ю.Ю.

2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

Организация лётной работы

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Механика» являются:

- формирование навыков использования основных законов механики в профессиональной деятельности, формирование умений по применению методов математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, в том числе с использованием программных средств;

- получение системы знаний и развитие способности к адаптации теорем механики к анализу взлетно-посадочных характеристик воздушных судов при организации и обслуживании воздушного движения;

Задачами освоения дисциплины «Механика» являются:

- ознакомление с основными понятиями и законами механики;

- обеспечение обучающихся знаниями методов изучения равновесия сил, действующих на механические объекты, о движении материальной точки, твёрдого тела и механической системы;

- обучение применению полученных знаний при решении задач механики в своей профессиональной деятельности.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического и организационно-управленческого типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механика» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Механика» является обеспечивающей для дисциплины «Физика», для подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается в 1 и 2 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ОПК-10.	Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе с использованием программных средств.
ИД ¹ _{ОПК-10}	Знает и понимает основные законы математики и естественных наук и важность их использования в профессиональной деятельности
ИД ² _{ОПК-10}	Использует основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет программные средства

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия, законы и модели механики;
- методы практического применения алгоритмов построения моделей динамики движения воздушных судов и элементов приборов аэронавигационного обеспечения при решении профессиональных задач, включая знание 3-х систем координат для описания движения тела (типа ВС) с 6-тью степенями свободы;

Уметь:

- рассчитывать кинематические траектории полетов ВС, определять скорости и ускорения для одиночных воздушных объектов, с учетом ограничений на движение в зонах ответственности диспетчеров;
- проводить кинематический анализ движения деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач;

Владеть:

- методами решения профессиональных задач по обслуживанию полетов, перевозки грузов, обеспечению безопасности и центровки ВС на основе базовых задач механики;
- методами оценки перегрузки механических элементов воздушных судов при разных режимах полетов, включающих особо важные такие, как посадки на ВПП и маневры воздушных судов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр	
		1	2
Общая трудоемкость дисциплины	144	72	72
Контактная работа:	62,8	42,3	20,5
лекции	36	28	8
практические занятия	24	14	10
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект (работа)	-	-	-
Самостоятельная работа студента	39	21	18
Промежуточная аттестация:			
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету/ экзамену	42,2	8,7	33,5

5 Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10		
Тема 1. Система сил. Момент силы и приведение системы сил к центру	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 2. Кинематика движения геометрической точки и твердого тела	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в разных системах координат	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 4. Общие теоремы динамики точки и системы.	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 5. Движение твёрдого тела типа ВС. Динамика системы твердых тел	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 6. Элементы теории удара	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 7. Основные понятия теории колебательных движений физических объектов	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 8. Баллистическое движение	16	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Тема 9. Основные понятия прочности конструкции ТС и сопротивление материалов	20	+	Л, ПЗ, СРС	УО, РЗ
Итого по дисциплине	99			
Промежуточная аттестация	45			
Всего по дисциплине	144			

Условные обозначения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента; РЗ – решение практических и ситуационных задач; УО – устный опрос.

5.2. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
1 семестр						
Тема 1. Система сил. Момент силы и приведение системы сил к центру	4	2	-	3	-	9
Тема 2. Кинематика движения геометрической точки и твердого тела	4	2	-	3	-	9
Тема 3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в разных системах координат	4	2	-	3	-	9
Тема 4. Общие теоремы динамики точки и системы	4	2	-	3	-	9
Тема 5. Движение твёрдого тела типа ВС. Динамика системы твердых тел	4	2	-	3	-	9
Тема 6. Элементы теории удара	4	2	-	3	-	9
Тема 7. Основные понятия теории колебательных движений физических объектов	4	2	-	3	-	9
Итого за семестр	28	14	-	21	-	63
Промежуточная аттестация						9
2 семестр						
Тема 8. Баллистическое движение	4	4		8		16
Тема 9. Основные понятия прочности конструкции ТС и сопротивление материалов	4	6		10		20
Итого за семестр	8	10	-	18	-	36
Промежуточная аттестация						36
Всего по дисциплине						144

Условные обозначения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

5.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Система сил. Момент силы и приведение системы сил к центру

Исходные положения статики. Связи и реакции связей. Сложение сил и проекция сил на ось и на плоскость. Равновесие системы сил и сходящихся силы, приложенных к самолёту. Системы произвольных сил, параллельных сил на плоскости и в пространстве. Плоская и пространственная системы сходящихся сил.

Момент сил относительно центра (или точки). Момент пары сил. Приведение плоской системы сил к центру. Теорема о приведении произвольной системы сил к заданному центру.

Тема 2. Кинематика движения геометрической точки и твёрдого тела

Способы задания движения точки, векторы скорости и ускорения точки. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения, оси естественного трёхгранника, численные значения скорости, касательные и нормальные ускорения точки.

Поступательное движение твёрдого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси, угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точки вращающегося тела, векторы скорости и ускорения точки тела. Решение задач определения параметров вращения самолёта, решения задач кинематики самолёта как точки.

Плоское движение твёрдого тела. Разложение движения плоской фигуры на поступательное и вращательное. Уравнения плоского движения. Теорема о скоростях точек плоской фигуры.

Тема 3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в разных системах координат

Основные понятия и определения. Законы и задачи динамики материальной точки, основные виды сил. Дифференциальные уравнения и решение задач динамики при прямолинейном и криволинейном движении точки.

Сила инерции. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых координатах. Естественные уравнения движения точки. Две основные задачи динамики движения точки.

Тема 4. Общие теоремы динамики точки и системы

Задача №1 и задача №2 динамики. Количество движения точки и системы, импульс силы и теоремы об изменении количества движения и момента количества движения точки и системы. Теорема об изменении количества движения точки и системы. Теорема об изменении момента количества движения точки и системы. Работа силы, мощность, примеры вычисления работы, теорема об изменении кинетической энергии точки.

Тема 5. Движение твёрдого тела типа ВС. Динамика системы твёрдых тел

Введение в динамику системы, моменты инерции. Силы, действующие на механическую систему. Центр масс механической системы и его координаты. Теорема о движении центра масс механической системы. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы. Закон сохранения количества движения центра масс. Дифференциальные

уравнения поступательного движения твёрдого тела. Элементарный импульс силы и импульс за конечный промежуток времени. Момент количества движения точки относительно центра и оси. Кинетический момент механической системы относительно центра и оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Закон сохранения кинетического момента. Определение осевых моментов инерции однородных и неоднородных тел. Дифференциальные уравнения плоского или вращательного движения твёрдого тела. Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении. Работа переменной силы на криволинейном перемещении. Работа силы тяжести, силы упругости. Сопротивление движению объекта при качении. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Описание физической модели механической авиационной системы на примере «Вертолет с грузом на внешней подвеске».

Тема 6. Элементы теории удара

Явление удара. Основные положения и понятия теории удара. Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе. Действие ударных сил на тело, вращающееся вокруг неподвижной оси, и на твёрдое тело, совершающее плоское движение. Возникновение перегрузок на основе теоремы Даламбера или ФИКД.

Тема 7. Основные понятия теории колебательных движений физических объектов

Определение понятия колебательного процесса, изменение значений процесса во времени. Графическое изображение разных видов колебательных процессов, кинематические параметры: частота, амплитуда, степень затухания, собственные и вынужденные колебания. Природа возникновения колебательных процессов в динамических системах, компьютерные модели дифференциального уравнения колебательных процессов. Угловые колебания воздушных судов по углу тангажа и по углу атаки.

Тема 8. Баллистическое движение

Виды баллистического движения материальной точки в поле силы тяжести над «плоской землей». Влияние квадратичного сопротивления на деформацию формы баллистической траектории. Уравнения баллистического движения в избранной плоскости в инерциальной системе координат. Эффект сатурации процессов под действием сил тяготения и сопротивления. Парашютирование.

Тема 9. Основные понятия прочности конструкции ТС и сопротивление материалов

Задачи сопротивления материалов. Прочность и жёсткость конструкции. Допущения расчетной схемы. Внешние и внутренние силы. Деформации элементов конструкции - линейные и угловые. Упругость и пластичность. Напряжение и деформации при растяжении и сжатии. «Закон Гука». Механические характеристики материалов. Сопротивление кручению с круглого вала и валов с кольцевым сечением. Балка. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Устойчивость сжатых стержней.

5.4. Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Определение моментов силы относительно точки и оси.	2
2	Практическое занятие 2. Определение и построение в масштабе траектории точки. Скорости точки при задании движения в кинематике.	2
3	Практическое занятие 3. Методы решения задач динамики. Решение задач движения материальной точки, описываемого дифференциальными уравнениями относительно инерциальной системы отсчёта.	2
4	Практическое занятие 4. Решение задач по теме «Общие теоремы динамики точки».	2
5	Практическое занятие 5. Решение задач по теме «Простейшие движения твёрдого тела. Динамика движения механической системы и твёрдого тела».	2
6	Практическое занятие 6. Решение задач по теме «Элементы теории удара». Изменение количества движения механической системы при ударе.	2
7	Практическое занятие 7. Колебаний материальной точки на примере колебаний консоли крыла.	2
8	Практические занятия 8-9. Определение координат точки падения объекта с начальным (векторным) количеством движения, брошенного под заданным углом к горизонту.	4
9	Практические занятия 10-12. Расчёты на прочность при растяжении и сжатии. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам.	6
Итого по дисциплине:		24

5.5. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 4, 6]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
2	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1-8]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
3	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1-8]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
4	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5, 6, 7]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
5	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5, 6, 7]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
6	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5, 6-8]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
7	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1-3, 5-8]. Подготовка к устному опросу и решению задач	3
8	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5, 6, 7]. Подготовка к решению задач	8
9	Проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1-8]. Подготовка к устному опросу и решению задач	10
Итого по дисциплине:		39

5.7. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Яблонский А.А. **Курс теоретической механики** [Текст и электронный ресурс]: учебник / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. 16-е изд. стер. - М.: Издательство «КНОРУС», 2011. – 608 с. ISBN 978-5-406-01977-1. Количество экземпляров – 2. Режим доступа: <https://dwg.ru/dnl/7904> свободный (дата обращения 19.01.2021).
2. Чернов К.И. **Основы технической механики** [Текст и электронный ресурс]: учебник для техникумов / К.И. Чернов. - М: Машиностроение, 1986. - 256 с. ил. Количество экземпляров – 266.
3. Тарг С.М. **Краткий курс теоретической механики** [Текст и электронный ресурс]: учебник для высш. технических учебн. завед. / С.М. Тарг. - М.: Высшая школа, 2009.- 416 с. ISBN 978. Количество экземпляров – 53.

б) дополнительная литература:

4. Хямяляйнен, В.А. **Сборник задач по теоретической механике** [Электронный ресурс] : сборник / В.А. Хямяляйнен, А.С. Богатырева, Р.Ф. Гордиенко. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2013. — 83 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69537> свободный (дата обращения 19.01.2021).
5. Куклев, Е.А., Байрамов, А.Б., Арет, В.А., Колобов, Н.С. **Механика** [Текст и электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы: Университет ГА, СПб, 2013. – 31 с. Количество экземпляров – 300.
6. Ландау, Л.Д. **Механика** [Текст и электронный ресурс]: учебное пособие для студ. вузов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М.: Наука, – 1988. – 324 с. Количество экземпляров – 2. Режим доступа: http://ffmgu.ru/images/1/1b/Ландау_Лифшиц_Том_1._Механика.pdf свободный (дата обращения 19.01.2021).
7. Бать, М.И. **Теоретическая механика в примерах и задачах** [Текст и электронный ресурс]: учебное пособие для студ. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. Том 2. Динамика. 11-е изд. стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 672 с. Количество экземпляров – 15. Режим доступа: <http://padaread.com/?book=31359> свободный (дата обращения 19.01.2021).
8. Гузенков, П.Г. **Детали машин** [Текст и электронный ресурс]: учебник для вузов. 4-е изд., испр. М.: Высшая школа, 1986. – 359 с. Количество экземпляров – 10. Режим доступа: <http://bookree.org/reader?file=717360> свободный (дата обращения 19.01.2021).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

9. Российское образование. Федеральные порталы: www.edu.ru и www.fepo.ru

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

10. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

11. **Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://https://biblio-online.ru>

12. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elibrary.ru> свободный (дата обращения 19.01.2021).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>Аудитория 502 Аудитория 503 Аудитория 504 Аудитория 505 Аудитория 507</p>	<p>Модель зубчатого механизма с неподвижными осями колёс – для демонстрации вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси Модель планетарного механизма – для демонстрации сложного движения твёрдого тела Модель кривошипно – ползунного механизма – для демонстрации поступательного движения, вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси и плоского движения тела Цифровая видеокамера Canon HG20 AVCHD HDD 60 Gb 12*Zoom F1 Многофункциональный аппарат «XEROX» WC 3119</p>	<p>Microsoft Windows 7, Microsoft Windows Office 7, Kaspersky AntiVirus</p>

	2008 г. Выпуска Компьютер, 2005 г. выпуска R-Style CARBON VT 67 Ноутбук Lenovo 330-15IKB Проектор потолочный Casio XJ-210 WN Компьютер в комплекте 2010 г. Выпуска RAMEC, модель STORM Ноутбук, 2008 г. выпуска BenQ Joybook R56-R42 15,4” Проектор Mitsubishi XD 490 U Экран стационарный Proecta Pro Star Matte WHite Ноутбук HP 630 Проектор, 2008 г. вып. Acer X1261 P Экран Lumien Picture Mate 152 см Ноутбук HP Laptop 15- rb070ur Ноутбук Lenovo 330-15IKB	
--	--	--

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Механика» используются классические формы обучения: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Лекция: традиционные информационно-развивающие технологии в сочетании с мультимедийным сопровождением лекции, направленные на формирование системы знаний у студентов по заданной дисциплине.

Практические занятия: изучение нового материала на основе примеров практических задач по профилю дисциплины с целью углубления и закрепления у студентов знаний, полученных на лекциях, формирование системы умений, обеспечивающих возможность качественного (с использованием экспериментов) выполнения профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа студента: проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий, описанных в рекомендованной литературе, изучение теоретического материала с использованием учебной литературы, Internet – ресурсов, опережающая самостоятельная работа.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости, включающего устный опрос, решение ситуационных задач и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета (1 семестр) и экзамена (2 семестр).

Устный опрос: предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимися по мере изучения дисциплины. Проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Зачет: выставляется на основании прохождения обучающимися предыдущих форм контроля.

Экзамен: промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Билет включает 3 вопроса: 2 - теоретических и один практический.

9.1 Балльно–рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

При оценке устных опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала.

По итогам освоения дисциплины «Механика» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета и экзамена, который предполагает устный ответ студента по билетам на теоретические и письменный ответ на практические вопросы из перечня.

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины «Механика» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций.

Экзамен по дисциплине проводится во 2 семестре. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Экзамен принимается

преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Экзамен проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в 1 и 2 семестрах, по билетам в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов и задач, выносимых на экзамен, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой. Предварительное ознакомление студентов с билетами запрещается.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Входной контроль не проводится.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-10	ИД ¹ _{ОПК-10} ИД ² _{ОПК-10}	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия, законы и модели механики; - методы практического применения алгоритмов построения моделей динамики движения воздушных судов и элементов приборов авионавигационного обеспечения при решении профессиональных задач, включая знание 3-х систем координат для описания движения тела (типа ВС) с 6-тью степенями свободы; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать кинематические траектории полетов ВС, определять скорости и ускорения для одиночных воздушных объектов, с учетом ограничений на движение в зонах ответственности диспетчеров; - проводить кинематический анализ движе-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		ния деталей и механизмов и составлять динамические уравнения движения при решении типовых профессиональных задач
II этап		
ОПК-10	ИД ¹ _{ОПК-10} ИД ² _{ОПК-10}	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами решения профессиональных задач по обслуживанию полетов, перевозки грузов, обеспечению безопасности и центровки ВС на основе базовых задач механики; - методами оценки перегрузки механических элементов воздушных судов при разных режимах полетов, включающих особо важные такие, как посадки на ВПП и маневры воздушных судов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Описание шкал оценивания:

Шкала оценивания:

Промежуточная аттестация:

«5» - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

«4» - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению.

«3» - заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший неко-

торые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.

«2» - выставляется студенту, в случае не соответствия требованиям по выставлению оценок «5», «4», «3»;

Защита лабораторной работы:

«Зачтено» - работа выполнена в полном объеме, оформлена в соответствии с требованиями, проведены все необходимые измерения и расчеты, сделаны корректные выводы; при ответе на вопросы студент демонстрирует знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.

«Н/зачтено» - работа не представлена или не соответствует критериям выставления оценки «Зачтено»

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1. Что такое момент силы?
2. Что такое состояние статики?
3. Уравнения и условия равновесия конструкции?
4. Правила переноса сосредоточенных сил (вдоль линии действия, при параллельном переносе сил).
5. Аксиома сечения.
6. Вращательное движение.
7. Вычисление линейной скорости движения геометрической точки (г.т.) по круговой траектории с заданным диаметром (в примере)?
5. Угловая скорость вращения точки в физическом смысле (частота вращения).
6. Ускорение точки при вращении? (центростремительное и касательное), может ли это ускорение являться центробежным в «кинематике»?
7. Сила трения и качения. Отличия от трения скольжения.
8. Нагружение консоли крыла сосредоточенной силой (сила – тяжесть двигателя – на пилоне).
9. Разложение моментов сил (кольцо индексов) – в абсолютной системе координат.
10. Различие движения КД твердого тела и КД геометрической точки (расщепление движения на фазы, поступательное движение и вращательное).
11. Полус, движение полюса, определение закона движения любой точки по «правилу полюса».
12. Плоскопараллельное движение т. т. по правилу «полюса».
13. КД: движение «Чемодана» - как модели движения ВС в продольной системе координат.
14. Представление пространственного движения т.т. на основе схемы сферического движения и «углов Эйлера».

15. Алгоритм составления уравнений динамики движения материальной точки на основе уравнения закона №2 – по Ньютону
16. Уравнение динамики вращения симметричного твердого тела в плоскости (вокруг одной оси).
17. Теорема ФИКД (изменение количества движения).
18. Теорема ФИКД для объяснения перегрузки ВС при посадке на ВПП.
19. Теорема об изменении кинематической энергии точки и определения пробега ВС до остановки от момента касания колес ВПП.
20. Динамика колебательного движения м.т. в зависимости от вида сил
21. Требования к видам сил, которые порождают колебания (собственные и вынужденные колебания).
22. Теория движения ГТ в продольной плоскости
23. Колебательные движения ВС по углу тангажа. Выявление механизма «восстанавливающей силы»
24. Математический маятник в поле сил тяготения (что является движущей силой?).
25. Математический маятник «Осциллятор с пружиной и грузом на подвеске» (что является движущей силой в ситуации – вертикальная подвеска).
26. Математический маятник «Осциллятор с пружиной и грузом на подвеске» (что является движущей силой в ситуации – пружина с грузом действует в горизонтальной плоскости).
27. Принцип изучения колебаний груза на «внешней подвеске» вертолета (подход с позиций теории движения механической системы – на основании законов Ньютона).
28. Составление уравнения движения ВС в осях «триэдра» - в скоростной системе координат (для наблюдателя).
29. Составление уравнения движения ВС в осях «триэдра» - при баллистическом движении м.т.
30. Основные понятия и определения: механизм, машины, детали машин (использование понятия «центрального вала»).

Типовые расчетные задачи для решения на практических занятиях (пример)

«Определение нагрузки на консоль крыла ВС «Аэрбас 219» при маневрах на рулежной полосе на скорости 10км/час»

«Определение нерасчетного момента силы тяги двигателя ВС «Цесна» при ошибке параллельной установки двигателя в узлы крепления после ремонта на 2,5%»

«Оценка дистанции выкатывания ВС за пределы ВПП при скользкой полосе и при максимальном торможении педальным тормозом в кабине ВС»

«Определение длины пути выкатывания ВС за пределы скользкой ВПП при потере силы тяги реверса на заданную величину (в примерах на 20%)»

Типовые ситуационные задачи (пример)

Исходные данные

Перед разбегом самолёта при взлёте два задних колеса шасси заторможены, поэтому при работающих двигателях самолёт находится в состоянии равновесия. Сила тяги двигателя приводится к центру тяжести самолёта (точка C), при этом получается в точке C комбинация сил: горизонтальная сила T (Н), вертикальная сила Q (Н) и пара сил с моментом M (Нм). Необходимо определить вертикальные составляющие давления на переднее и на каждое из двух задних колёс при условии, что в момент старта точка C расположена на высоте h (м) по вертикали, отстоящей на расстоянии a (м) от оси переднего колеса, расстояние между опорами самолёта принять равным c (м).

По условию равновесия (в статике): $\sum F_i = 0$; $\sum M_i = 0$.

Таким образом: $\sum M_i^A = R_B c - Th - Qb - M = 0$; следовательно, $R_B = \frac{Th + Qb + M}{c}$.

Вертикальная нагрузка на основные стойки шасси: $R_A = \frac{Q - R_B}{2}$.

Примерный перечень вопросов для экзамена:

1. Аксиомы статики, основные постулаты Ньютоновской механики.
2. Вектор силы и нагрузка, распределенная на элемент конструкции.
3. Связи и их реакции.
4. Условие равновесия сходящейся системы сил.
5. Теорема о трех силах.
6. Статически неопределимые системы.
7. Приведение системы сил к заданному центру.
8. Условия равновесия произвольной плоской системы сил.
9. Методика решения задач статики (расчётная схема нагружения конструкции, на примере «балки» или фюзеляжа ВС).
10. Момент силы относительно точки и относительно оси. Методика вычисления момента силы относительно оси.
11. Модель двойственного воздействия сил, приложенных к объекту (твёрдому телу).
12. Пара сил и ее момент.
13. Центр системы параллельных сил.
14. Центр тяжести твёрдого тела (плоской однородной фигуры, металлического листа).
15. Вычислительные и технические приемы определения центра тяжести материального объекта произвольной формы (центр тяжести ВС в продольной плоскости).
16. Случаи приведения сложной системы сил к простейшему виду.
17. Трение скольжения и качения (различия в физическом смысле коэффициентов трения).

18. Способы задания кинематического движения точки.
19. Связи между способами задания кинематики движения точки.
20. Вектор скорости и ускорения при координатном способе задания движения геометрической точки.
21. Скорость при естественном способе задания движения.
22. Абсолютное ускорение точки и его составляющие при естественном способе задания движения точки.
23. Классификация видов движения точки по ускорению. Гипотеза об эквивалентности ускорений.
24. Кинематика поступательного и вращательного движения твердого тела.
25. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение геометрической точки (свободной и в пределах твердого тела).
26. Скорости точек твердого тела при кинематическом вращательном движении.
27. Ускорения точек тела при вращательном движении.
28. Ускорение движения твердого тела при плоско - параллельном движении.
29. Теорема о сложении скоростей при плоско-параллельном движении.
30. Мгновенный центр скоростей. Мгновенный центр ускорений.
31. Теорема о сложении скоростей при сложном движении точки.
32. Уравнение сферического движения твердого тела.
33. Скорости и ускорения точек тела при сферическом движении.
34. Кинематические уравнения произвольного движения твердого тела. Гипотезы о расщеплении движений, системы координат и степени свободы.
35. Угловая скорость регулярной прецессии оси гироскопа.
36. Скорость и ускорение точек твердого тела при произвольном движении в пространстве или в плоскости.
37. Введение в динамику. Основные термины, законы динамики Ньютона.
38. Задачи динамики движения материальной точки, определяемые на основе законов Ньютона.
39. Динамика свободного и несвободного движения материальной точки.
40. Механическая система. Классификация сил. Свойства внутренних сил.
41. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
42. Колебания материальной точки с одной степенью свободы.
43. Центр масс системы материальных точек и его координаты.
44. Теорема о движении центра масс механической системы.
45. Количество движения материальной точки и количество движения механической системы.
46. Теорема об изменении количества движения точки.
47. Импульс силы и его проекции на координатные оси.
48. Теорема об изменении количества движения механической системы.
49. Теорема об изменении момента количества движения точки.
50. Принцип составления уравнений динамики движения ВС в продольной плоскости с помощью скоростной системы координат.
51. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.
52. Моменты инерции твердого тела. Радиус инерции.

53. Теорема о моментах инерции твердого тела относительно параллельных осей.

54. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного движения твердого тела при плоско-параллельном движении (пример динамики движения ВС продольной плоскости).

55. Основные понятия и определения видов напряжений в элементах конструкций при разных видах сил и их характеристик.

56. Основные допущения при выборе расчётных схем.

57. Основные понятия: напряжения, деформации, закон Гука. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии.

58. Кручение валов, основные понятия (на примере валов турбины и компрессора двигателя ВС).

59. Изгиб стержней, балок, основные понятия.

60. Условия прочности шасси ВС («Даймонд», «Эрбас», «Боинг») при посадке.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При проведении всех видов занятий основное внимание уделять рассмотрению принципов построения, работы, анализу радиоэлектронных систем и их элементов, а также места применения изучаемого материала.

Теоретическая подготовка студентов по дисциплине обеспечивается на лекциях. На лекциях обучаемым даются систематизированные основы научных знаний по состоянию и основным научно-техническим проблемам развития радиоэлектронных систем.

Теоретические положения, излагаемые в лекциях, должны иллюстрироваться примерами их практической реализации. Для облегчения восприятия студентом сложного и разнообразного материала рекомендуется изучение новых разделов курса начинать с краткого введения, в котором устанавливается связь с предыдущими и смежными дисциплинами учебного плана, охарактеризовать используемый математический аппарат и рекомендовать конкретную учебную литературу. Чрезвычайно важно научить студента применять получаемые знания к решению практических задач. Для этого разрабатываются специальные сборники задач, и упражнений с решениями, по которым и организуется самостоятельная работа студентов в течение семестров. На самостоятельное изучение выносятся наиболее простые вопросы изучаемых тем. Самостоятельное изучение позволяет привить навык поиска интересующих вопросов в различных источниках, в том числе дополнительных к списку рекомендуемой литературы.

Проведение практических занятий осуществляется после прочтения на лекциях соответствующего теоретического материала, и служит средством закрепления полученных знаний и формирования навыков и умений при проведении инженерных исследований.

Практические занятия предназначены обеспечивать получение студентами практических навыков и умений по проведению инженерных расчетов, а также

изучение методов построения и расчета характеристик динамических свойств ВС при движениях под действием внешних сил, например, при «сдвиге ветра», в условиях турбулентности, и в ситуациях при отказе двигателя и навигационного оборудования.

Все виды учебных занятий проводятся с активным использованием технических средств обучения и имеющихся в наличии образцов, а также конспектов лекций.

Изучение дисциплины построено таким образом, чтобы обеспечивалось наилучшее усвоение материала. Для активизации, индивидуализации и интенсификации изучения дисциплины в течение всего периода обучения предполагается проводить краткосрочные письменные контрольные работы (пятиминутные тесты) перед началом практических занятий с последующим выставлением оценки.

Текущий контроль успеваемости студентов необходимо осуществлять систематически: на лекциях, при подготовке и проведении практических занятий. Кроме того, следует проводить рубежный контроль усвоения теоретического материала по наиболее сложным разделам программы дисциплины «Механики».

Промежуточная аттестация студентов по разделам и темам дисциплины проводится в форме зачета (1 семестр) и экзамена (2 семестр).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения»

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №6 «Механики» «28» апреля 2021 года, протокол №10

Разработчики:


д.т.н., проф.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Е.А. Куклев

Заведующий кафедрой № 6 «Механики»

д.т.н., проф.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Е.А. Куклев

Руководитель ОПОП

к.т.н., доц.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

А.Г. Костылев

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 16 » 06 2021 года, протокол № 7 .