

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Стрелкова Нина Александровна**

Рабочая программа дисциплины
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ
Код УМК 92361

Утверждено
Протокол №6
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Дополнительные главы классической механики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.03** Механика и математическое моделирование
направленность Фундаментальная и прикладная механика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Дополнительные главы классической механики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Фундаментальная и прикладная механика)

ОПК.1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикаторы

ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области

ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Фундаментальная и прикладная механика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (2 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Дополнительные главы классической механики

Кватернионные модели и методы механики твердого тела

Алгебра кватернионов

Определение кватерниона. Умножение кватернионных единиц. Свойства кватернионов. Сопряженный, обратный, нормированный кватернионы.

Тригонометрическая и экспоненциальная формы кватерниона. Преобразование вращения

Тригонометрическая и экспоненциальная формы кватерниона. Производная кватерниона. Преобразование вращения. Применение кватернионов в задачах кинематики.

Теория конечного поворота твердого тела

Представление ортогонального преобразования в форме умножения кватернионов. Преобразование базисов. Гиперкомплексное отображение вектора на базис. Преобразование компонент неизменного вектора. Инвариантность операции вращения.

Параметры Родрига–Гамильтона

Параметры Родрига–Гамильтона. Сложение поворотов. Связь параметров Родрига–Гамильтона с другими кинематическими параметрами.

Коллоквиум 1

Алгебра кватернионов. Тригонометрическая и экспоненциальная формы кватерниона. Преобразование вращения. Теория конечного поворота твердого тела. Параметры Родрига–Гамильтона.

Кватернионные кинематические уравнения

Бесконечно-малое преобразование. Вектор угловой скорости. Вывод кинематических уравнений.

Исследование кинематических уравнений

Построение общего решения. Кинематические уравнения в других параметрах. Исследование кинематических уравнений.

Частные случаи интегрируемости кинематических уравнений

Некоторые частные случаи интегрируемости кинематических уравнений. Представление решения в виде произведения кватернионов. Решение кинематических уравнений для случая конической прецессии.

Кватернионные матрицы и их применение

Определение кватернионных матриц и их свойства. Кинематические и динамические уравнения вращательного движения твердого тела в матричном виде.

Винтовое исчисление

Основные понятия винтового исчисления. Мотор и винт. Дуальные числа. Функции дуальной переменной. Дуальные векторы и их свойства. Принцип перенесения Котельникова–Штуди.

Бикватернионы

Дуальные кватернионы (бикватернионы). Свойства бикватернионов. Тригонометрическая форма бикватерниона. Бикватернионные кинематические уравнения. Конечное винтовое перемещение твердого тела. Интегрирование бикватернионных кинематических уравнений.

Оптимальное управление винтовым перемещением твердого тела

Оптимальное по быстродействию кинематическое управление трехосной ориентацией твердого тела.

Кинематическое управление винтовым перемещением твердого тела.

Коллоквиум 2

Кватернионные кинематические уравнения. Исследование кинематических уравнений. Частные случаи интегрируемости кинематических уравнений. Кватернионные матрицы и их применение. Винтовое исчисление. Бикватернионы. Оптимальное управление винтовым перемещением твердого тела.

Применение параметров Кэли–Клейна в механике

Параметры Кэли–Клейна и их свойства

Определение эрмитово сопряженной матрицы, унитарной матрицы, параметров Кэли–Клейна и матрицы Кэли–Клейна. Представление вектора и матрицы Кэли–Клейна через спинорные матрицы Паули. Тригонометрическая форма записи матрицы Кэли–Клейна.

Преобразование координат с помощью матриц Кэли–Клейна

Два способа задания ортогонального преобразования (преобразование координат неизменного вектора, представление операции вращения с помощью параметров Кэли–Клейна).

Связь параметров Кэли–Клейна с другими кинематическими параметрами

Связь параметров Кэли–Клейна с другими кинематическими параметрами (направляющими косинусами, углами Эйлера, параметрами Родрига–Гамильтона).

Угловая скорость твердого тела и кинематические уравнения в параметрах Кэли–Клейна

Угловая скорость в параметрах Кэли–Клейна. Дифференциальные кинематические уравнения в параметрах Кэли–Клейна.

Задача Дарбу

Задача Дарбу. Построение общего решения и некоторые частные случаи интегрируемости кинематических уравнений вращательного движения твердого тела.

Уравнение Дарбу–Риккати

Определение положения твердого тела по одному частному решению уравнения Дарбу–Риккати. Движение осесимметричного твердого тела по инерции.

Применение параметров Кэли–Клейна в динамике симметричного твердого тела

Динамические уравнения Эйлера в матрицах Кэли–Клейна. Уравнение движения симметричного твердого тела с одной неподвижной точкой в матрицах Кэли–Клейна. Приведение к системе четырех скалярных дифференциальных уравнений второго порядка. Частные случаи движения твердого тела.

Дуальные параметры Кэли–Клейна

Дуальные параметры Кэли–Клейна. Тригонометрическая форма записи дуальной матрицы Кэли–Клейна. Применение дуальных параметров Кэли–Клейна для описания конечного винтового перемещения твердого тела. Кинематические уравнения винтового движения твердого тела.

Интегрирование кинематических уравнений винтового движения твердого тела

Интегрирование кинематических уравнений винтового движения твердого тела в случае, когда кинематический винт сохраняет неизменным свое положение в связанной системе координат. Описание движения твердого тела с помощью последовательных винтовых перемещений с постоянными положениями осей винтов.

Итоговое контрольное мероприятие

Параметры Кэли–Клейна и их свойства. Преобразование координат с помощью матриц Кэли–Клейна. Связь параметров Кэли–Клейна с другими кинематическими параметрами. Угловая скорость твердого тела и кинематические уравнения в параметрах Кэли–Клейна. Дуальные параметры Кэли–Клейна. Интегрирование кинематических уравнений винтового движения твердого тела.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Маланин В. В., Стрелкова Н. А. Применение параметров Кэли-Клейна в механике: монография / В. В. Маланин, Н. А. Стрелкова. - Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. исслед. ун-та, 2011, ISBN 978-5-7944-1784-5. - 165. - Библиогр.: с. 153-164
2. Челноков Ю. Н. Кватернионные модели и методы динамики, навигации и управления движением / Ю. Н. Челноков. - Москва: Физматлит, 2011, ISBN 978-5-9221-1270-3. - 556. - Библиогр.: с. 526-556

Дополнительная:

1. Применение кватернионов в кинематике: методические указания и контрольные задания / Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет. - Пермь, 2008. - 30. - Библиогр.: с. 30
2. Голдстейн Г. Классическая механика / Г. Голдстейн; пер. А. Н. Рубашов. - Москва: Наука, 1975. - 416. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 412-415
3. Лурье А. И. Аналитическая механика / А. И. Лурье. - Москва: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1961. - 824.
4. Голубев, Ю. Ф. Основы теоретической механики : учебник / Ю. Ф. Голубев. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2000. — 720 с. — ISBN 5-211-04244-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/13347>
5. Маланин В. В., Стрелкова Н. А. Оптимальное управление ориентацией и винтовым движением твердого тела / В. В. Маланин, Н. А. Стрелкова. - Москва: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2004, ISBN 5-93972-351-9. - 204. - Библиогр.: с. 190
6. Кошляков В.Н. Задачи динамики твердого тела и прикладной теории гироскопов: Аналитические методы / В. Н. Кошляков. - Москва: Наука, 1985. - 286. - Библиогр.: с. 275-283
7. Челноков Ю. Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твердого тела и их приложения. Геометрия и кинематика движения / Ю. Н. Челноков. - М.: Физматлит, 2006, ISBN 5-9221-0680-5. - 512. - Библиогр.: с. 500-511

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Дополнительные главы классической механики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice»;

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Дополнительные главы классической механики**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения теории кватернионов и бикватернионов, теории конечного поворота и кинематики углового движения твердого тела, аппарат параметров Родрига–Гамильтона, методы интегрирования кинематических уравнений вращательного и пространственного движений твердого тела; УМЕТЬ: применять кватернионные и бикватернионные методы для решения теоретических и прикладных задач, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; ВЛАДЕТЬ: навыками проведения эффективных исследований движения твердого тела с использованием кватернионных методов и методов винтового исчисления.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории кватернионов и бикватернионов, теории конечного поворота и кинематики углового движения твердого тела, аппарата параметров Родрига–Гамильтона. Не умеет применять кватернионные и бикватернионные методы для решения теоретических и прикладных задач механики.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основных понятий и утверждений теории кватернионов и бикватернионов, теории конечного поворота и кинематики углового движения твердого тела, аппарата параметров Родрига–Гамильтона. Демонстрирует частично сформированное умение применять кватернионные и бикватернионные методы для решения теоретических и прикладных задач механики, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие некоторые пробелы знания основных понятий и утверждений теории кватернионов и бикватернионов, теории конечного поворота и кинематики углового движения твердого тела, аппарата параметров Родрига–Гамильтона. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения применять кватернионные и бикватернионные методы для решения теоретических и прикладных задач механики, давать содержательную</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Хорошо интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p> <p>Отлично Сформированные систематические знания основных понятий и утверждений теории кватернионов и бикватернионов, теории конечного поворота и кинематики углового движения твердого тела, аппарата параметров Родрига–Гамильтона. Сформированное умение применять кватернионные и бикватернионные методы для решения теоретических и прикладных задач механики, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>
<p>ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области</p>	<p>ЗНАТЬ: определение и основные свойства параметров и матриц Кэли–Клейна, методы, использующими комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для исследования задач вращательного и пространственного движений твердого тела; УМЕТЬ: формулировать задачи вращательного и пространственного движений твердого тела, применять матричные методы для интегрирования кинематических уравнений в параметрах Кэли–Клейна, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания; ВЛАДЕТЬ: навыками проведения эффективных исследований движения</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основные свойства параметров и матриц Кэли–Клейна. Не умеет применять методы, использующие комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для решения теоретических и прикладных задач механики.</p> <p>Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основных свойств параметров и матриц Кэли–Клейна. Демонстрирует частично сформированное умение применять методы, использующие комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для решения теоретических и прикладных задач механики, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений.</p> <p>Хорошо Сформированные, но содержащие некоторые пробелы знания основных свойств параметров и матриц Кэли–Клейна. В целом успешные, но содержащие некоторые пробелы умения применять методы, использующие комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для решения теоретических и прикладных задач</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>твёрдого тела с использованием матричного аппарата параметров Кэли–Клейна.</p>	<p>Хорошо</p> <p>механики, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений. Умеет контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p> <p>Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных свойств параметров и матриц Кэли–Клейна.</p> <p>Сформированное умение применять методы, использующие комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для решения теоретических и прикладных задач механики, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, самостоятельно приобретать новые знания.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Алгебра кватернионов Входное тестирование	Проверка знаний базовых понятий и методов, необходимых для изучения курса «Дополнительные главы классической механики»
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат	Коллоквиум 1 Письменное контрольное мероприятие	Умеет применять кватернионы для решения задач кинематики.
ОПК.1.2 Выбирает метод решения поставленной задачи, анализирует полученный результат	Коллоквиум 2 Письменное контрольное мероприятие	Знать кинематику углового движения твердого тела, теорию бикватернионов, методы винтового исчисления. Уметь применять основные формулы и изученные методы для решения конкретных задач механики.
ОПК.1.1 Определяет и формулирует задачу, пользуется языком предметной области	Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знать определение и основные свойства параметров и матриц Кэли–Клейна. Владеть методами, использующими комплексные и дуальные параметры Кэли–Клейна, для исследования задач вращательного и пространственного движений твердого тела.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Алгебра кватернионов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Входное тестирование. 1 балл за каждый правильный ответ.	14

Коллоквиум 1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Показатели оценивания для каждого из двух индивидуальных заданий.</p> <p>5 баллов: Задача решена верно, все выкладки обоснованы.</p> <p>4 балла: Решение в целом верное, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности.</p> <p>3 балла: Решение не полное, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>2 балла: Ответ изложен частично, решение задачи не завершено или получен неверный ответ, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>1 балл: Решение задачи не завершено, допущены грубые математические ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Решение задачи отсутствует или допущены грубые математические ошибки при использовании методов решения рассматриваемого класса задач.</p>	10
<p>Знает представление ортогонального преобразования в форме умножения кватернионов. Знает кватернионные формулы преобразования базисов и компонент неизменного вектора, теорему об инвариантности операции вращения и ее доказательство. Знает определения параметров Родрига–Гамильтона и собственного кватерниона, теоремы о сложении поворотов. Умеет находить связь параметров Родрига–Гамильтона с другими кинематическими параметрами.</p> <p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p>	10

<p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	
<p>Знает определение кватерниона и свойства кватернионов. Знает представление кватерниона в тригонометрической и экспоненциальной формах. Умеет вычислять производную кватерниона. Знает теорему о преобразовании вращения и ее доказательство. Владеет навыками решения задач кинематики с использованием кватернионов.</p> <p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	10

Коллоквиум 2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
<p>Тест «Кватернионные модели и методы механики твердого тела».</p> <p>Количество верных ответов соответствует начисляемому количеству баллов.</p>	10
<p>Знает определения дуального числа, дуального вектора. Знает свойства дуальных чисел и векторов. Умеет вычислять функции от дуальной переменной. Знает принцип перенесения Котельникова-Штуди. Знает определение дуального кватерниона (бикватерниона). Знает свойства бикватернионов. Умеет использовать бикватернионы при рассмотрении конечного винтового перемещения твердого тела. Знает постановку и методы решения задач оптимального по быстродействию кинематического управления ориентацией и винтовым перемещением твердого тела.</p>	10

<p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены опiski, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	
<p>Знает представление бесконечно-малого преобразования в кватернионной форме. Умеет выражать компоненты угловой скорости в связанном и опорном базисах через параметры Родрига–Гамильтона. Знает вывод кинематических уравнений в параметрах Родрига–Гамильтона. Умеет получать общее решение кинематических уравнений в кватернионной форме. Знает частные случаи интегрируемости кинематических уравнений. Знает кинематические уравнения в направляющих косинусах и углах Эйлера. Знает кватернионные матрицы и их свойства. Умеет использовать кватернионные матрицы в кинематике и динамике твердого тела.</p> <p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены опiski, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	10

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Доклад на	10

<p>семинаре.</p> <p>10 баллов: Подготовлены реферат, презентация, выступил на семинаре, ответил на все вопросы по теме доклада.</p> <p>8 баллов: Подготовлены реферат, презентация, испытывал затруднения при выступлении на семинаре, не смог ответить на некоторые вопросы по теме доклада.</p> <p>6 баллов: Материал доклада в реферате и презентации представлен не полностью, испытывал затруднения при выступлении на семинаре, не смог ответить на некоторые вопросы по теме доклада.</p> <p>4 балла: Материал доклада в реферате и презентации представлен не полностью, испытывал затруднения при выступлении на семинаре, не смог ответить на вопросы по теме доклада.</p> <p>2 балла: Подготовлен реферат, не подготовлена презентация, не выступил на семинаре.</p> <p>0 баллов: Не подготовлены реферат, презентация, не выступил на семинаре.</p>	
<p>Умеет выражать компоненты угловой скорости в связанном и опорном базисах через параметры Кэли–Клейна. Знает вывод двух форм кинематических уравнений в параметрах Кэли–Клейна. Знает частные случаи интегрируемости кинематических уравнений. Знает определение дуальных параметров и матрицы Кэли–Клейна. Знает свойства дуальных параметров Кэли–Клейна. Знает тригонометрическую форму дуальной матрицы Кэли–Клейна. Владеет навыками интегрирования кинематических уравнений винтового движения твердого тела в параметрах Кэли–Клейна.</p> <p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	10
<p>Знает определения эрмитово сопряженной матрицы, унитарной матрицы, параметров Кэли–Клейна и матрицы Кэли–Клейна. Знает представление вектора и матрицы Кэли–Клейна через спинорные матрицы Паули. Знает тригонометрическую форму записи матрицы Кэли–Клейна. Знает два способа задания ортогонального преобразования.</p>	10

<p>Владеет навыками правильного использования формул преобразования координат и сложения поворотов с помощью матриц Кэли–Клейна. Знает связь параметров Кэли–Клейна с направляющими косинусами, углами Эйлера, параметрами Родрига–Гамильтона.</p> <p>10 баллов: Ответ на вопрос в билете исчерпывающий, изложен без ошибок, все выкладки обоснованы.</p> <p>8 баллов: Основной материал изложен, однако при проведении математических преобразований допущены описки, неточности.</p> <p>5 баллов: Ответ не полный, студент не знает отдельных деталей, допускает негрубые ошибки и неточности при проведении математических преобразований.</p> <p>3 балла: Ответ изложен частично, изложение теоретического материала не завершено, допущены ошибки при проведении математических преобразований, вычислений, выкладок.</p> <p>0 баллов: Ответ на вопрос отсутствует или допущены грубые математические ошибки при изложении теоретического материала.</p>	
<p>Тест «Применение параметров Кэли-Клейна в механике».</p> <p>Количество верных ответов соответствует начисляемому количеству баллов.</p>	10