

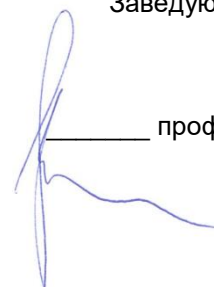
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев
18.05.2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.21 Математическое моделирование

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.03 Механика и математическое моделирование

2. Профиль подготовки/специализации: Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Механики и компьютерного моделирования

6. Составители программы: Яковлев Александр Юрьевич, к.ф.- м.н., доцент,

yakovlev@amm.vsu.ru

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ, протокол № 8 15.04.2022

8. Учебный год: 2024 - 2025

Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: дать студентам глубокие знания о методах математического и компьютерного моделирования.

Задачи учебной дисциплины: дать студентам глубокие знания о способах построения математических моделей и методах их качественного и численного исследования, научить применять полученные знания при решении прикладных задач; способствовать закреплению в процессе учебных занятий теоретического материала, которым студенты овладевают при изучении базовых математических дисциплин; способствовать дальнейшему развитию системного и логического мышления.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, численные методы, мехатроника, механика сплошной среды. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать специальные курсы по профилю подготовки.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	ОПК-2.1	Накапливает и систематизирует знания в области методов математического и алгоритмического моделирования	<i>Знать:</i> фундаментальные понятия теории математического и алгоритмического моделирования, принципы и современные методы построения математических моделей. <i>Уметь:</i> участвовать в коллективной разработке иерархических совокупностей математических моделей для процессов и систем со сложными физико-химическими взаимодействиями в различных разделах естествознания и отраслях техники. <i>Владеть:</i> навыками построения математических моделей различного уровня в разнообразных предметных областях естествознания и инженерно-конструкторской практики с использованием современных программных комплексов при поиске оптимальных режимов функционирования сложных инженерно-технических систем.
		ОПК-2.3	Проводит сравнительный анализ полученного решения с аналогами	<i>Знать:</i> основные этапы использования компьютерных систем и современных информационных технологий при сравнительном анализе математических моделей сложных систем. <i>Уметь:</i> применять компьютерное моделирование при сравнительном анализе математических моделей сложных систем.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен): экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		№ 6 сем.
Аудиторные занятия	64	64

в том числе: лекции	32	32
практические	-	-
лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	44	44
Форма промежуточной аттестации – экзамен	36	36
Итого:	144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Понятие математического моделирования и математической модели.	Понятия, свойства, виды моделей. Математическая модель и математическое моделирование. Этапы построения математической модели. Триада: модель-алгоритм-программа. Подходы к построению математических моделей. Примеры простейших математических моделей основанных на фундаментальных законах природы, вариационных принципах, методе аналогий и иерархическом подходе.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
1.2	Математическая модель трикоптера.	Постановка задачи о математической модели трикоптера. Описание математической модели электрической силовой установки. Описание сил и моментов действующих на трикоптер. Построение системы дифференциальных уравнений описания динамики трикоптера в полете. Разработка системы управления математической моделью трикоптера. Изучение программного комплекса, реализующего математическую модель трикоптера.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
1.3	Модели линейной регрессии.	Понятие непараметрической регрессии. Линейная модель на основе сети радиально базисных функций. Вычисление весовых коэффициентов линейной регрессии радиально базисными функциями. Реализация перекрестной проверки и определения параметра регуляризации, критерии. Алгоритм EM оптимизации параметров сети. Алгоритм DM оптимизации параметров сети. Примеры применения линейной регрессии для построения статистических моделей в механики и мехатронике.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
1.4	Модели регрессии гауссовскими процессами.	Определение гауссовских процессов. Байесовский вывод. Определение априорных характеристик моделируемой функции. Апостериорная оценка характеристик моделируемой функции. Методы оценки параметров гауссовского процесса, максимизация логарифм функции правдоподобия. Методы поиска максимума функции правдоподобия – BFGS, LBFGS. Предсказание значений моделируемой функции при детерминированных входах. Применение прореженных матриц. Примеры применения нелинейной регрессии гауссовскими процессами для построения статистических моделей в механики и мехатронике.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
1.5	Математическая модель и алгоритм для вычисления оптического потока.	Постановка задачи о вычислении оптического потока. Описание алгоритма вычисления оптического потока. Построение пирамиды изображений. От-	Математическое моделирование,

		слеживание признаков сходства пикселей. Итеративное вычисление оптического потока. Краткое изложение алгоритма пирамидального отслеживания оптического потока. Процедура выбора пикселей на изображении для отслеживания. Реализация алгоритма отслеживания оптического потока для МК STM32H7.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
1.6	Математическая модель многозвенного манипулятора.	Понятие модели многозвенного манипулятора. Прямая и обратная задача кинематики многозвенного манипулятора. Матрицы поворота и однородные координаты. Представление Денавита–Хартенберга. Формирование систем координат звеньев. Динамика многозвенного манипулятора.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276
2. Лабораторные занятия			
1.7	Математическая модель трикоптера. Модели линейной регрессии Модели регрессии гассовскими процессами. Математическая модель и алгоритм для вычисления оптического потока.	Проведение лабораторных работ с программным комплексом, реализующим математическую модель трикоптера. Проведение лабораторных работ с программным комплексом, реализующим модели методом линейной регрессии. Проведение лабораторных работ с программным комплексом, реализующим модели регрессии гауссовскими процессами. Проведение лабораторных работ с программным комплексом, реализующим математическую модель определения оптического потока.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие математического моделирования и математической модели.	5	-	-	6	11
2	Математическая модель трикоптера.	5	-	-	6	11
3	Модели линейной регрессии.	5	-	-	6	11
4	Модели регрессии гассовскими процессами.	5	-	-	6	11
5	Математическая модель и алгоритм для вычисления оптического потока.	7	-	-	8	15
6	Математическая модель многозвенного манипулятора.	5	-	-	6	11
7	Математическая модель трикоптера. Модели линейной регрессии. Модели регрессии	-	-	32	6	38

гассовскими процес-сами. Математическая мо-дель и алгоритм для вычисления оптиче-ского потока.					
Итого:	32	0	32	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «Математическое моделирование» включает лекционные занятия, лабораторные занятия и самостоятельную работу обучающихся. На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу учебно-методических материалов. Лекционные занятия посвящены рассмотрению теоретической базы и основным алгоритмам и методикам построения математических и алгоритмических моделей. Лекционные занятия предназначены для формирования умений и навыков, закрепленных компетенциями по ОПОП.

Для обучающихся рекомендуется самостоятельная работа. При выполнении этих работ помощь окажет работа с конспектами лекций, презентациями, методическими указаниями, примерами программ. Основные материалы расположены на сайте <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276>.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется подробно конспектировать лекционный материал, просматривать основную и дополнительную литературу по соответствующей теме, чтобы систематизировать изучаемый материал.

Промежуточная аттестация проводится в форме собеседования на основе вопросов из п.20.2.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Самарский, А. А. Математическое моделирование : идеи, методы, примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – Москва : Физматлит, 2005. – 320 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976 (дата обращения: 15.04.2025). – Библиогр.: с. 311 - 316. – ISBN 978-5-9221-0120-2. – Текст : электронный.
2	Электронно-библиотечная система « Университетская библиотека ONLINE ». https://biblioclub.ru/index.php?page=book_blocks&view=main_ub

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учебное пособие / С. В. Звонарев ; науч. ред. В. Г. Мазуренко ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 115 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697655 (дата обращения: 15.04.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-2576-4. – Текст : электронный.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
4.	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
5.	«Университетская библиотека online» https://biblioclub.lib.vsu.ru/

6.	ЭБС «Лань» https://lanbook.lib.vsu.ru/
7.	ЭБС «Консультант студента» МедФарм https://studmedlib.lib.vsu.ru/
8.	ЭБ «Mylibrary» https://mylibrary.lib.vsu.ru/Home.aspx
9.	Математическое моделирование, https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к лабораторным занятиям, контрольным работам и подготовку к промежуточной аттестации. Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс Математическое моделирование, <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276>, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

№ п/п	Источник
1	Минаева, Надежда Витальевна Математическая модель функционирования трехмоторного летательного аппарата-трикоптера : учебно-методическое пособие : для студентов факультета прикладной математики, информатики и механики, для направлений: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование, 01.04.03 - Механика и математическое моделирование, 01.03.02 - Прикладная математика и информатика / Н. В. Минаева, А. Ю. Яковлев ; Воронежский государственный университет Воронеж : Издательский дом ВГУ, 20241 файл (1,0 Мб) Загл. с титул. Экрана Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m24-48.pdf Текст : электронный.
2	Минаева, Надежда Витальевна Описание одного алгоритма оптической стабилизации для модели трикоптера : учебно-методическое пособие : для студентов факультета прикладной математики, информатики и механики, для направлений: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование, 01.04.03 - Механика и математическое моделирование, 01.03.02 - Прикладная математика и информатика / Н. В. Минаева, А. Ю. Яковлев ; Воронежский государственный университет Воронеж : Издательский дом ВГУ, 20241 файл (1,1 Мб) Загл. с титул. экрана Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m24-47.pdf Текст : электронный.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Студенты, изучающие дисциплину, имеют доступ к соответствующему электронному курсу на платформе edu.vsu.ru. На данном ресурсе сосредоточены все материалы и презентации необходимые для работы, в том числе в дистанционной форме.

В дистанционной форме могут проводиться лекционные и лабораторные занятия, а также текущая и промежуточная аттестация.

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет;
- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного

университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью, компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование. Учебная аудитория для лабораторных занятий: специализированная мебель, персональные компьютеры в количестве, обеспечивающем возможность индивидуальной работы, компьютер преподавателя, мультимедийное оборудование (проектор, экран), робототехническими наборами, микроконтроллерами.

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет, робототехнические наборы, микроконтроллеры.

Программное обеспечение: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, MozillaFirefox), ПО AdobeReader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), Processing.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Понятие математического моделирования и математической модели.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания Контрольная работа (КИМ1)
2.	Математическая модель трикоптера.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания Контрольная работа (КИМ1)
3.	Модели линейной регрессии.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания Контрольная работа (КИМ2)
4.	Модели регрессии гас-совскими процессами.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания Контрольная работа (КИМ2)
5	Математическая модель и алгоритм для вычисления оптического потока.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания
6	Математическая модель многозвенного манипулятора.	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания
7	Математическая модель трикоптера. Модели линейной регрессии. Модели регрессии гас-совскими процессами. Математическая модель и алгоритм для	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.3	Практикоориентированные задания / домашние задания

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	вычисления оптического потока.			
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов (КИМ3)

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Практикоориентированные задания/домашние задания.

Перечень заданий из задачников и пособий из п.16

Описание технологии проведения. Проводится контроль путем проверки выполненных упражнений

Шкалы и критерии оценивания

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики объектов
Хорошо	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики объектов, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, но верно выбран метод решения.
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения.

Контрольные работы.

2. Контрольная работа (КИМ1).

КИМ содержать один из следующих вопросов:

1. Дайте понятие математическому моделированию и математической модели
2. Приведите виды моделей и дайте оценку их свойств и характеристик.
3. Приведите этапы построения математической модели.
4. Что означает триада: модель-алгоритм-программа?
5. Какие подходы к построению математических моделей вы знаете?
6. Приведите примеры простейших математических моделей основанных на фундаментальных законах природы.
7. Приведите примеры простейших математических моделей основанных на, вариационных принципах.
8. Приведите примеры простейших математических моделей основанных на методе аналогий.
9. Приведите примеры простейших математических моделей основанных на иерархическом подходе.
10. Опишите постановку задачи о математической модели трикоптера.
11. Приведите основные соотношения математической модели электрической силовой установки.
12. Какие силы и моменты действуют на трикоптер?

13. В кратком и компонентном виде приведите систему дифференциальных уравнений для описания динамики трикоптера в полете.
14. Какие основные элементы включает в себя система управления моделью трикоптера.
15. Приведите основные элементы и возможности программного комплекса, реализующего математическую модель трикоптера.

3. Контрольная работа (КИМ2).

КИМ содержать один из следующих вопросов:

1. Приведите понятие непараметрической регрессии.
2. Что представляет собой линейную модель регрессии на основе сети радиально базисных функций?
3. Приведите основные соотношения для вычисления весовых коэффициентов линейной регрессии радиально базисными функциями.
4. Для чего применяется перекрестная проверка с определением параметров регуляризации?
5. Приведите основные критерии при перекрестной проверке.
6. Приведите основное соотношение для алгоритма ЕМ оптимизации параметров сети.
7. Приведите основное соотношение для алгоритма ДМ оптимизации параметров сети.
8. Приведите примеры применения линейной регрессии для построения статистических моделей в механике и мехатронике.
9. Дайте определение гауссовским процессам.
10. Что составляет суть байесовского вывода.
11. Приведите основные соотношения для определения априорных характеристик моделируемой функции.
12. Приведите основные соотношения для определения апостериорной оценки характеристик моделируемой функции.
13. Суть метода оценки параметров гауссовского процесса путем максимизации логарифма функции правдоподобия?
14. Какие методы поиска максимума функции правдоподобия рекомендуется применять?
15. Приведите соотношения для предсказания значений моделируемой функции при детерминированных входах.
16. Приведите примеры применения нелинейной регрессии гауссовскими процессами для построения статистических моделей в механике и мехатронике.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме письменных работ с их отправкой на сайт <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276>.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен применять системный подход и математические методы в формализации решения задач математического моделирования.	Отлично

Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен в целом описать системный подход и математические методы в формализации решения задач математического моделирования.	Хорошо
Обучающийся показывает отрывочные знания о теоретических основах дисциплины, но может пояснить смысл основных подходов и математических методов в формализации решения задач математического моделирования.	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при описании подходов и математических методов в формализации решения задач математического моделирования.	Неудовлетворительно

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: КИМЗ.

КИМ содержит один из следующих вопросов:

Перечень вопросов:

1. Понятие оптического потока, область применения, задачи.
2. Постановка задачи о вычислении оптического потока.
3. Описание алгоритма Лукаса-Канаде для вычисления оптического потока.
4. Описание пирамидального алгоритма Лукаса-Канаде для вычисления оптического потока.
5. Методы построения пирамиды изображений из исходного изображения.
6. Алгоритм сглаживания интенсивности пикселей изображения при построении пирамидального представления изображений.
7. Метод отслеживания признаков сходства пикселей.
8. Метод итеративного вычисления оптического потока методом Лукаса-Канаде.
9. Краткое изложение алгоритма пирамидального отслеживания оптического потока.
10. Опишите процедуру выбора пикселей на изображении для отслеживания. Каковы их признаки?
11. Приведите особенности реализации алгоритма отслеживания оптического потока для МК STM32H7.
12. Дайте понятие модели многозвенного манипулятора.
13. Опишите прямую и обратную задачи кинематики многозвенного манипулятора.
14. Каким образом применяются матрицы поворота и однородные координаты при описании положения многозвенного манипулятора.
15. Приведите представление Денавита–Хартенберга для описания положения элементов многозвенного манипулятора.
16. Каким образом производится формирование систем координат звеньев.
17. Приведите типы задач в динамике многозвенного манипулятора.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Формат проведения – экзамен, в том числе на сайте <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=24276>.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен систематизировать и анализировать знания при работе с методами математического и алгоритмического моделирования.	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины, способен в целом систематизировать и анализировать знания при работе с методами математического и алгоритмического моделирования.	Хорошо
Обучающийся показывает отрывочные знания о теоретических основах дисциплины, но может пояснить смысл систематизации и принципов анализа знаний при работе с методами математического и алгоритмического моделирования.	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не может пояснить смысл систематизации и не знаком с принципами анализа знаний при работе с методами математического и алгоритмического моделирования	Не зачтено

20.3 Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

ОПК-2

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Абстрактное моделирование связано с построением абстрактной модели, отметьте примеры таких моделей среди ниже приведённого.
 - a. Графы, (*)
 - b. Диаграммы, (*)
 - c. Математические соотношения, (*)
 - d. Летающая модель планера,
 - e. Стендовая модель самолета,
 - f. Напечатанная на 3D принтере модель здания.
2. Математическое моделирование называется процесс формирования
 - a. Физической модели,
 - b. Абстрактной модели,
 - c. Математической модели. (*)
3. Что обычно понимается под понятием вычислительный эксперимент
 - a. Построение физической модели объекта,
 - b. Построение математической модели объекта,
 - c. Проведение исследований на математической модели при проектировании объекта. (*)
4. Математическая модель реактивного движения. Какой подход наиболее удобен для построения математической модели многоступенчатой ракеты?
 - a. Фундаментальные законы природы,
 - b. Вариационные принципы,
 - c. Иерархический подход, (*)
 - d. Применение аналогий.
5. При моделировании объектов движущихся в газообразных или жидких средах необходимо учитывать число О. Рейнольдса, укажите соотношение для его определения
 - a. $\frac{mv^2}{2}$,

- b. $\int h^2 dm$,
 - c. $\frac{uv}{\gamma}, (*)$
 - d. $\frac{1}{M} \sum x_i m_i$.
6. Простейшая модель теплокровного животного показывает, что теплоотдача, приходящаяся на единицу объема тела
 - a. Пропорциональна длине тела,
 - b. Обратно пропорциональна длине тела, (*)
 - c. Не зависит от длины тела.
 7. Математическая модель многозвенного манипулятора. Прямая задача кинематики манипулятора предполагает
 - a. Определение положения рабочего инструмента в пространстве по известным присоединенным параметрам, (*)
 - b. Определение присоединенных параметров по известному положению рабочего инструмента в пространстве.
 8. При определении присоединенных параметров плоского многозвенного манипулятора возникает множественность решения в случае, когда
 - a. Манипулятор состоит из двух звеньев,
 - b. Манипулятор состоит из четырех звеньев. (*)
 9. Представление Денавита-Хартенберга предполагает использование
 - a. 2 параметров,
 - b. 4 параметров, (*)
 - c. 6 параметров.
 10. Физический смысл динамического коэффициента манипулятора c_i ?
 - a. Устанавливает связь действующих в сочленениях сил и моментов с ускорениями присоединенных переменных,
 - b. Устанавливает связь действующих в сочленениях сил и моментов со скоростями изменения присоединенных переменных,
 - c. Учитывают силу тяжести, действующую на каждое из звеньев манипулятора. (*)

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Дайте определение понятию моделирование.

Ответ: Моделирование представляет собой процесс замещения объекта исследования некоторой моделью и проведение исследований на ней с целью получения необходимой информации об объекте.

2. Перечислите подходы к построению математических моделей.

Ответ:

- a. Фундаментальные законы природы,
- b. Вариационные принципы,
- c. Иерархический подход,
- d. Применение аналогий.

3. Математическая модель реактивного движения. Приведите формулу Циолковского.

a. Ответ:

$$v = u \ln \left(\frac{m_0}{m_p + m_s} \right), \text{ где } m_p - \text{ полезная масса, } m_s - \text{ структурная масса, } m_0 - \text{ начальная масса, } u - \text{ скорость истечения газов при работе двигателя.}$$

4. Математическая модель роста деревьев. Приведите соотношение определяющее суть модели И.А. Полезаева, основанной на использовании энергетического баланса.

а. Ответ:

$$h(t) = \frac{\sqrt{\frac{a}{b}}(1 - e^{-2\sqrt{ab}(t-t_0)})}{1 + e^{-2\sqrt{ab}(t-t_0)}}, \text{ где } a, b - \text{ величины, определяющие породу дерева, } h - \text{ высота дерева от времени.}$$

5. Что выступает предметом дисциплины динамика манипулятора?

а. Ответ: Математическое описание действующих на манипулятор сил и моментов в форме уравнений динамики движения.

Описание технологии проведения. Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только вопросы с кратким текстовым ответом или представленные в форме эссе

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.