

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**  
**Б.1.3.4.1 «Математическое моделирование»**

направления подготовки

09.03.04 «Программная инженерия»

профиль: «Управление разработкой программных проектов»

Энгельс 2023

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «*Математическое моделирование*» должны сформироваться компетенции: УК-1

### Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
<b>ИД-5</b> УК-1 Применяет знания по математическому моделированию для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p><b>Знает</b> в полном объеме основные понятия и современные принципы работы с основными математическими моделями классических физических, технических, экономических, социальных систем.</p> <p><b>Умеет</b> в полном объеме применять физические законы и математические методы (аналитические и численные) для анализа и моделирования классических физических, технических, экономических, социальных явлений и процессов.</p> <p><b>Владеет</b> в полном объеме программным обеспечением, предназначенным для работы с моделями классических физических, технических, экономических, социальных систем.</p>
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знает</b> с отдельными пробелами основные понятия и современные принципы работы с основными математическими моделями классических физических, технических, экономических, социальных систем.</p> <p><b>Умеет</b> с отдельными пробелами применять физические законы и математические методы (аналитические и численные) для анализа и моделирования классических физических, технических, экономических, социальных явлений и процессов.</p> <p><b>Владеет</b> с отдельными пробелами программным обеспечением, предназначенным для работы с моделями классических физических,</p>

	технических, экономических, социальных систем.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знает</b> в неполном объеме основные понятия и современные принципы работы с основными математическими моделями классических физических, технических, экономических, социальных систем.</p> <p><b>Умеет</b> в неполном объеме применять физические законы и математические методы (аналитические и численные) для анализа и моделирования классических физических, технических, экономических, социальных явлений и процессов.</p> <p><b>Владеет</b> в неполном объеме программным обеспечением, предназначенным для работы с моделями классических физических, технических, экономических, социальных систем.</p>

## 2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

### 2.1 Оценочные средства для текущего контроля

#### ТЕМЫ для устного опроса

##### Тема 1. Аналитические и численные модели физических систем

Классификация систем и методов их моделирования. Алгоритмическое и программное обеспечение моделирования: системы и среды программирования; пакеты моделирования Роль численных методов и визуализации при моделировании. Системы моделирования и среды программирования для моделирования ФС (MatLab 6.x, Electronics Workbench, Simulink MatLAB, Visual Basic for Applications 6.0).

Динамика материальной точки. Движение тел при постоянной силе тяги. Учет сил сопротивления. Движение тела по инерции с учетом вязкого трения. Аналитические модели. Конечно-разностные схемы численного моделирования. Аналитические и численные модели физических систем. Технологии моделирования физических систем: интегральные, – дифференциальные, – разностные модели.

Плоское движение. Движение тел под углом к горизонту. Учет сил сопротивления, пропорциональных скорости. Падение парашютиста с большой высоты с учетом сил сопротивления, пропорциональных квадрату скорости. Аналитическая и численная модели. Движение тел в поле тяготения: падение тел на гравитационные массы – расчет 2-й космической скорости.

##### Тема 2. Технологии моделирования физических систем

Движение тел вблизи гравитационных масс. Построение орбит движения: круговых, эллиптических, гиперболических.

Практические аспекты моделирования: траектории тел вблизи тяготеющих масс. Численный анализ движения спутников, метеоритов, комет.

Моделирование вращательного движения. Учет сил трения для вращающихся тел. Остановка колеса трением – расчет кинематических характеристик вращательного движения.

Гармонический маятник. Физический маятник при больших амплитудах. Задача о падающем карандаше. Схемы численного моделирования.

### Тема 3. Системы и среды программирования; пакеты моделирования. Среда визуального программирования VBA для моделирования физических систем

Движение тел во вращающейся системе координат. Учет сил: центробежной силы инерции и Кориолиса. Разработка алгоритма моделирования траектории тела, брошенного на вращающуюся платформу.

Поле центральных сил. Моделирование движения заряженных частиц в поле неподвижного центра. Опыт Резерфорда – разработка алгоритма моделирования движения альфа-частиц.

Компьютерное моделирование двухэлектродной электронной лампы – вакуумного диода.

### Практические задания для текущего контроля

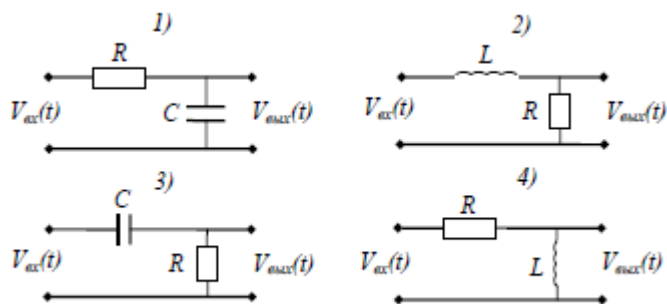
1. Проведите моделирование следующей системы построить и визуализировать траекторию движения ракеты, взлетающей из пункта А и приземляющуюся в пункт В на поверхности Земли, считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости.

2. Построить программу, изображающую упругий удар пары тел треугольной формы. Треугольники считать равносторонними и одинаковыми

3. Используя системы имитационного моделирования осуществить вычислительный эксперимент по определению уравнения состояния идеального газа, состоящего из  $N$  атомов. Рассмотреть случаи  $N=1, 10, 102, 105$ . Уравнение состояния связывает три величины давление, объем и температуру. В качестве объема выбрать сосуд цилиндрической формы, в который вдвигается поршень.

4. Используя системы имитационного моделирования осуществить вычислительный эксперимент по определению уравнения состояния идеального газа, состоящего из  $N$  атомов. Рассмотреть случаи  $N=1, 10, 102, 105$ . В качестве объема выбрать сосуд в форме тетраэдра. Аналогичные процедуры провести для тетраэдров в четырех и пятимерном пространствах.

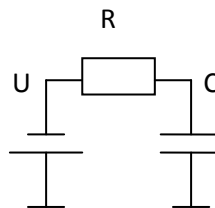
5. На рисунке приведены аналоговые устройства интегрирования (1, 2) и дифференцирования (3, 4). Распорядиться параметрами  $R, C, L$  так, чтобы соответствия  $V_{\text{вых}} \propto \int V_{\text{вх}}(t)dt$  и  $V_{\text{вых}} \propto dV_{\text{вх}}(t)/dt$  были наилучшими. Построить программу, демонстрирующую работу интегрирующих и дифференцирующих цепочек на примере произвольных входных сигналов.



6. Проведите моделирование угроз информационной безопасности по оценке метода Делфи.

7. Процесс зарядки изначально незаряженного электрического конденсатора в RC-цепи, к которому в момент времени  $t=0$  приложено напряжение  $U$ , описывается дифференциальным уравнением

$$R \frac{dq}{dt} = U - \frac{q}{C}$$



Разработать схему для численного моделирования процесса зарядки.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

### Вопросы к экзамену (пример)

1. Предмет и задачи дисциплины. Роль математического моделирования в техническом прогрессе и в процессе познания. Роль математического моделирования в техническом прогрессе и в процессе познания.

2. Содержательная модель исследуемой системы.

3. Формулирование задачи и конкретизация целей исследования.

4. Анализ исследуемой системы и ее декомпозиция.

5. Рабочие гипотезы, постулаты модели.

6. Содержательные модели и их иерархия.

7. Понятие математической модели.

8. Формализация содержательной модели.

9. Математическая модель, ее свойства и требования, предъявляемые к математическим моделям.

10. Основные этапы технологии математического моделирования

11. Последовательность разработки и машинной реализации моделей систем.

12. Алгоритмизация модели и ее машинная реализация.

13. Получение, интерпретация и документирование результатов моделирования.

14. Моделирование систем и языки программирования.

15. Сравнительный анализ языков имитационного моделирования.

16. Примеры реализации языков моделирования.

17. Пакеты программ моделирования.

18. Автоматизация процессов составления планов эксперимента и планирования вычислительных схем.

19. Декомпозиция исследуемой системы. Модель функционирования Большой авиакомпании Фазовая плоскость и фазовые портреты.

20. Большой авиакомпании

21. Быстрые и медленные процессы. Их взаимное влияние. Движение в быстро осциллирующем поле

22. Динамические и квазистатические модели.
23. Нелинейные модели. Процедура линеаризации.
24. Нечеткие модели. Нечеткие множества
25. Математические модели угроз информационной безопасности
26. Кинематика. Динамика материальной точки. Движение тел при постоянной силе тяги. Учет сил сопротивления.
27. Движение тела по инерции с учетом вязкого трения. Аналитические модели. Конечно-разностные схемы численного моделирования.
28. Плоское движение. Движение тел под углом к горизонту. Учет сил сопротивления, пропорциональных скорости.
29. Падение парашютиста с большой высоты с учетом сил сопротивления, пропорциональных квадрату скорости. Аналитическая и численная модели.
30. Движение тел в поле тяготения: падение тел на гравитационные массы – расчет 2-й космической скорости.
31. Движение тел вблизи гравитационных масс. Построение орбит движения: круговых, эллиптических, гиперболических.
32. Практические аспекты моделирования: траектории тел вблизи тяготеющих масс. Численный анализ движения спутников, метеоритов, комет.
33. Моделирование вращательного движения. Учет сил трения для вращающихся тел. Остановка колеса трением – расчет кинематических характеристик вращательного движения.
34. Гармонический маятник. Физический маятник при больших амплитудах. Задача о падающем карандаше. Схемы численного моделирования
35. Движение тел во вращающейся системе координат. Учет сил: центробежной силы инерции и Кориолиса. Разработка алгоритма моделирования траектории тела, брошенного на вращающуюся платформу.
36. Поле центральных сил. Моделирование движения заряженных частиц в поле неподвижного центра. Опыт Резерфорда – разработка алгоритма моделирования движения альфа-частиц.
37. Компьютерное моделирование двухэлектродной электронной лампы – вакуумного диода.
38. Моделирование оптических задач – распространение света в среде с монотонно изменяющимся показателем преломления. Задачи: мираж, световод, апертура световода.
39. Моделирование закономерностей теплового излучения: кривая Планка. Идентификация закона Стефана-Больцмана методом наименьших квадратов.

**Оценивание результатов обучения** в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

- а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;
- б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	а	<p>Уравнение одномерного движения тела при постоянной силе тяги имеет вид:</p> <p>а) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_T</math></p> <p>б) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_T - A \frac{dx}{dt}</math></p> <p>в) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = -F_T</math></p> <p>г) <math>V_{\text{равн}} = \frac{F_T}{A}</math></p>	УК-1	<p><b>ИД-5</b> УК-1</p> <p>Применяет знания по математическому моделированию для теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>
2.	б	<p>Уравнение одномерного движения тела при постоянной силе тяги и наличии сопротивления, пропорционального скорости, имеет вид:</p> <p>а) <math>V_{\text{равн}} = \frac{F_T}{A}</math></p> <p><math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_T</math></p> <p>б) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_T - A \frac{dx}{dt}</math></p> <p>в) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = -F_T</math></p> <p>г) <math>m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_T + A \frac{dx}{dt}</math></p>	УК-1	<p><b>ИД-5</b> УК-1</p>



3.	7,5 м/с	<p>Товарный поезд массы <math>m = 2000\text{т}</math> при силе тяги <math>F = 25 \cdot 10^4 \text{ Н}</math> и сопротивлении <math>A = 10^4 \frac{\text{Нс}}{\text{м}}</math> в течении 1 минуты движения без учета трения наберёт скорость, равную:</p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
4.	б	<p>Численная схема моделирования движения тела в воздухе под действием силы тяжести и сопротивления, пропорциональном 1-й и 3-й степеням скорости, имеет вид:</p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>

а) 
$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg - (Av + Bv^3)$$

$$\frac{dx}{dt} = v$$

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{Av + Bv^3}{m}$$

б) 
$$x_{n+1} = x_n + v_n \cdot \Delta t$$

$$v_{n+1} = v_n + \left[ g - \frac{v_n (A + Bv_n^2)}{m} \right] \Delta t$$

$$t_{n+1} = t_n + \Delta t$$

в) 
$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = mg - (Av + Bv^3)$$

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{Av + Bv^3}{m}$$

г) 
$$v_{n+1} = v_n + \left[ g - \frac{v_n (A + Bv_n^2)}{m} \right] \Delta t$$

$$t_{n+1} = t_n + \Delta t$$

5.	20м/с	<p>Тело падает в воздухе с большой высоты.</p> <p>Сила сопротивления <math>F_c = AV</math>, где <math>A = 50 \frac{Нс}{м}</math>.</p> <p>Масса тела <math>m = 100</math> кг.</p> <p>Скорость через большой отрезок времени от начала падения равна:</p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
6.	В	<p>Интеграл движения падающего тела в воздухе с учётом сопротивления имеет вид:</p> <p>а) <math>\frac{dV}{dt} = -\frac{A}{m}V + g</math></p> <p>б) <math>m \frac{d^2x}{dt^2} = F - A \frac{dx}{dt}</math></p> <p>в) <math>V(t) = \frac{mg}{A} [1 - e^{-\frac{A}{m}t}]</math></p> <p>г) <math>V(t) = \frac{mg}{A}</math></p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
7.	22,5 м	<p>Тело брошено под углом к горизонту со скоростью <math>V_0 = 15</math> м/с и движется без сопротивления. Найдите, что наибольшее расстояние, на которое может улететь тело</p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>

8.	6	<p>Падающий карандаш имеет длину <math>l</math>. Известно, что момент силы тяжести, заставляющий карандаш падать, вращая его вокруг острия, имеет вид: <math>M = mgl \sin \frac{\varphi}{2}</math></p> <p>Тогда, уравнения для численного моделирования процесса падения карандаша имеет вид:</p>	УК-1	ИД-5 УК-1
----	---	---	------	-----------

9.	б	<p>Уравнения для численного моделирования колебательного движения негармонического маятника имеют вид:</p>	<p>а) <math>\varphi_{n+1} = \varphi_n + \omega_n \Delta t</math>  <math>\omega_{n+1} = \omega_n - \left(\frac{g}{2l} \sin \varphi\right) \cdot \Delta t</math>  <math>t_{n+1} = t_n + \Delta t</math></p> <p>б) <math>\varphi_{n+1} = \varphi_n + \omega_n \Delta t</math>  <math>\omega_{n+1} = \omega_n - \left(\frac{g}{l} \sin \varphi\right) \cdot \Delta t</math>  <math>t_{n+1} = t_n + \Delta t</math></p> <p>в) <math>\varphi_{n+1} = \varphi_n - \omega_n \Delta t</math>  <math>\omega_{n+1} = \omega_n + \left(\frac{g}{l} \sin \varphi\right) \cdot \Delta t</math>  <math>t_{n+1} = t_n + \Delta t</math></p> <p>г) <math>\varphi_{n+1} = \varphi_n - \omega_n \Delta t</math>  <math>\omega_{n+1} = \omega_n - \left(\frac{g}{2l} \sin \varphi\right) \cdot \Delta t</math>  <math>t_{n+1} = t_n + \Delta t</math></p>	УК-1	ИД-5 УК-1
10.	Г	<p>Интеграл для уравнения движения в воздухе при сопротивлении, пропорциональном квадрату скорости имеет вид:</p>	<p>а) <math>\frac{dv}{dt} = g + \alpha v^2</math></p> <p>б) <math>v = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} \cdot \frac{Ch(\sqrt{\alpha g} \cdot t)}{Sh(\sqrt{\alpha g} \cdot t)}</math></p> <p>в) <math>\frac{dv}{dt} = g - \alpha v^2</math></p> <p>г) <math>v = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} \cdot \frac{Sh(\sqrt{\alpha g} \cdot t)}{Ch(\sqrt{\alpha g} \cdot t)}</math></p>	УК-1	ИД-5 УК-1

11.	В	<p>Пройденный путь парашютиста при учёте сопротивления воздуха описывается следующей моделью: <math>S(t) = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{e^{\sqrt{\alpha g} t} + e^{-\sqrt{\alpha g} t}}{2}</math></p> <p>Показать, что при больших временах <math>S(t)</math> имеет вид:</p>	<p>а) <math>S(t) = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} t</math></p> <p>б) <math>S(t) = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} t + \frac{\ln 2}{\alpha}</math></p> <p>в) <math>S(t) = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} t - \frac{\ln 2}{\alpha}</math></p> <p>г) <math>S(t) = \sqrt{\frac{g}{\alpha}} t - \frac{\lg 2}{\alpha}</math></p>	УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
12.	Г	<p>В чем заключается построение математической модели?</p> <p>а) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат</p> <p>б) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат</p> <p>в) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат</p> <p>г) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат</p>		УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
13.	оригинал	Как называется замещаемый моделью объект		УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
14.	Линейное программирование	Часть математического программирования, задачами которой является нахождение экстремума линейной целевой функции на допустимом множестве значений аргументов называется ...		УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>
15.	Любое количество	Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?		УК-1	ИД-5 <sub>УК-1</sub>