

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Устойчивость и управление движением

Код модуля
1156321(1)

Модуль
Базовая механика

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ламоткин Алексей Евгеньевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент математики, механики и компьютерных наук
2	Прокопьев Виталий Павлович	кандидат физико-математических наук, профессор	Профессор	департамент математики, механики и компьютерных наук
3	Сесекин Александр Николаевич	доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

Авторы:

- Ламоткин Алексей Евгеньевич, Старший преподаватель, департамент математики, механики и компьютерных наук
- Прокопьев Виталий Павлович, Профессор, департамент математики, механики и компьютерных наук

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Устойчивость и управление движением

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	4
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Устойчивость и управление движением

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	профессиональной деятельности У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>тест</i>	5,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.6		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	5,16	20
<i>домашняя работа 2</i>	5,16	15
<i>контрольная работа 1</i>	5,16	20
<i>контрольная работа 2</i>	5,16	15
<i>контрольная работа 3</i>	5,16	15
<i>контрольная работа 4</i>	5,16	15
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.

Другие результаты	<p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
-------------------	---

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Решение задач на теорему Лагранжа об устойчивости положения равновесия.
2. Решение задач на применение критериев Гурвица, Рауса, Михайлова.
3. Решение задач на устойчивость по первому приближению.
4. Построение функций Ляпунова.
5. Решение задач на теоремы об устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости установившихся движений.
6. Построение функций Ляпунова для неуставившихся движений.
7. Решение задач на теоремы об устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости неуставившихся движений.

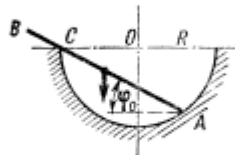
Примерные задания

53.12(52.12). Однородный тяжелый стержень AB длины $2a$ опирается на криволинейную направляющую, имеющую форму полуокружности радиуса R . Определить, пренебрегая трением, положение равновесия и исследовать его устойчивость.

Ответ: В положении равновесия стержень наклонен к горизонтальной линии под углом φ_0 , определяемым из уравнения

$$\operatorname{csc} \varphi_0 = \frac{1}{8R} [a + \sqrt{a^2 + 32R^2}]$$

(предполагается, что $\sqrt{2/3}R < a < 2R$). Это положение равновесия устойчиво.



К задаче 53.12

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

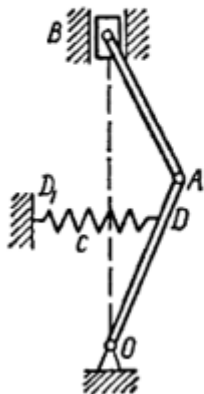
5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Устойчивость положения равновесия консервативной системы.

Примерные задания

Вес каждого из стержней OA и AB кривошипно-шатунного механизма, расположенного в вертикальной плоскости, равен P , а длина – l , вес ползуна B равен Q . В положении равновесия механизма пружина DD_1 горизонтальна и не деформирована, а стержни вертикальны. $OD = a$.



- 1) Составить потенциальную энергию системы.
- 2) Показать, что вертикальное положение стержня является положением равновесия.
- 3) Исследовать вертикальное положение равновесия на устойчивость.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Устойчивость по первому приближению.
2. Критерии Рауса и Гурвица.

Примерные задания

Исследовать устойчивость нулевого решения системы, используя теоремы об устойчивости по первому приближению

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \ln(5x_2 + e^{-3x_1}) \\ \dot{x}_2 = 2x_2 - 1 + (1 - 6x_1)^{\frac{1}{4}} \end{cases}$$

Используя теоремы об устойчивости по первому приближению определить при каких параметрах нулевое решение уравнения устойчиво асимптотически

$$\ddot{x} + \alpha\dot{x} + 2x + \beta x = 0$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Построение функций Ляпунова для установившихся движений.
2. Применение теорем об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости установившихся движений.

Примерные задания

Построив функции Ляпунова, определите устойчивость нулевых решений указанных систем:

а)

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -2x_2 - x_1^3 \\ \dot{x}_2 = 3x_1 - 4x_2^3 \end{cases}$$

б)

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -2x_1 - 3x_2 + x_1^5 \\ \dot{x}_2 = x_1 + x_2 - x_2^2 \end{cases}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Контрольная работа № 4

Примерный перечень тем

1. Построение функций Ляпунова для неустановившихся движений.
2. Применение теорем об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости неустановившихся движений.

Примерные задания

- 1) Допускает ли функция Ляпунова бесконечно малый высший предел?

$$V = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 \cos t.$$

- 2) Построив функцию Ляпунова, определите устойчивость нулевого решения системы:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1(1 + x_2^2) \sin^2 t - x_2^2 \cos t, \\ \dot{x}_2 = x_1 \cos t - x_2 e^{-t}. \end{cases}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Определение положений равновесия (покоя) консервативной механической системы с одной степенью свободы и исследование их устойчивости.

Примерные задания

Задание Д-22 из , Яблонский, А. А., Норейко, С. С., Вольфсон, С. А., Карпова, Н. В.; Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учеб. пособие для студентов вузов.; Интеграл-Пресс, Москва; 2008.

Задание Д.22. Определение положений равновесия (покоя) консервативной механической системы с одной степенью свободы и исследование их устойчивости

Для консервативной механической системы с одной степенью свободы требуется:

1. Определить положения равновесия, пренебрегая массами упругих элементов.
2. Провести исследование устойчивости найденных положений равновесия.

Варианты механических систем показаны на рис. 219–221, а необходимые соотношения приведены в табл. 58.

Номер варианта (рис. 219 – 221)	Соотношения между параметрами	Примечания
1 2	$IG_1 = 8RG_2$ $G_2 = 1,5G_1; l_0 = 2l; 7cl = 12G_1$	Весом нити пренебречь

1

2

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Критерий Михайлова.

Примерные задания

Исследовать нулевое решение уравнения на устойчивость с помощью критерия Михайлова.

$$\ddot{x} + \dot{x} + 3\ddot{x} + 2\dot{x} + x = 0.$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Дифференциальные уравнения возмущенного движения.
2. Определения устойчивости, неустойчивости, равномерной устойчивости, притяжения, асимптотической устойчивости. Геометрическая интерпретация.
3. Функция Ляпунова и их свойства.
4. Теорема Ляпунова об устойчивости движения.
5. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости.
6. Первая теорема Ляпунова о неустойчивости.
7. Вторая теорема Ляпунова о неустойчивости.
8. Теорема Четаева о неустойчивости.
9. Функции Ляпунова для неустановившихся движений и их свойства.
10. Теорема Ляпунова об устойчивости для неустановившихся движений.
11. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости для неустановившихся движений.
12. Теорема Ляпунова о неустойчивости для неустановившихся движений.
13. Теорема Четаева о неустойчивости для неустановившихся движений.
14. Теорема об устойчивости при постоянно действующих возмущениях.
15. Теоремы Барбашина-Красовского.

16. Устойчивость невозмущенного движения системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
 17. Две вспомогательные теоремы для построения функций Ляпунова для систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
 18. Построение функций Ляпунова для систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами.
 19. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
 20. Критерии Гурвица и Раусса. Необходимое условие отрицательности вещественных частей корней алгебраического уравнения n -й степени.
 21. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия.
 22. Метод D -разбиения.
 23. Постановка задачи о стабилизации.
 24. Постановка задачи об оптимальной стабилизации.
 25. Теорема Красовского об оптимальной стабилизации.
 26. Теорема о равномерной устойчивости для неустановившихся движений.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы Тренинг диагностическое мышление	ОПК-1	Д-3	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

Авторы:

- Сесекин Александр Николаевич, Заведующий кафедрой, прикладной математики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Устойчивость и управление движением

5.	Объем дисциплины в зачетных единицах	8	
6.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
7.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
8.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ *Устойчивость и управление движением*

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на занятиях</i>	6,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,16	25
<i>домашняя работа</i>	6,16	25
<i>контрольная работа</i>	6,16	25
<i>контрольная работа</i>	6,16	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Исследование систем на управляемость.
2. Построение множеств достижимости.
3. Нахождение оптимальных программных управлений. Решение задачи синтеза.
4. Нахождение особых управлений.
5. Двойственные конструкции в оптимальном управлении в задаче с мгновенными ограничениями.
6. Минимизация отклонения в конечный момент управления.
7. Построение уравнения Беллмана; нахождение его решений.

Примерные задания

Определить, является ли данная система вполне управляемой. Если нет, то найти подпространство управляемости. Сделать рисунок (в плоскости x_1, x_2).

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = u \end{cases}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Построение множества достижимости.
2. Исследование систем на управляемость.

Примерные задания

1. Построить множество достижимости системы

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = u_1 - t \\ \dot{x}_2 = u_2 \end{cases} \quad U = \left\{ \begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} \right\}$$

при $t_1 = 2$. Начальное состояние системы при $t_0 = 0$ равно $\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \end{pmatrix}$.

2. Определить, является ли данная система вполне управляемой. Если нет, то найти подпространство управляемости. Сделать рисунок (в плоскости x_1, x_2).

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + 3u \\ \dot{x}_2 = x_2 + 2u \end{cases}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Построение уравнения Беллмана; нахождение его решений.

Примерные задания

Найти функцию Беллмана и оптимальное управление для задачи

$$\begin{aligned} \dot{x} &= u, & |u| &\leq 1, & 0 \leq t \leq 1, \\ x(1) &\rightarrow \min. \end{aligned}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Задача оптимизации с фиксированным временем окончания.
2. Задача быстродействия.

Примерные задания

1. Решить задачу оптимального управления

$$\int_0^{2\pi} t \cos t \, dt \rightarrow \text{extr } \dot{x} = u, \quad |u| \leq 1, \quad x(0) = 0, \quad x(2\pi) = 0.$$

2. Решить задачу оптимального управления

$$\int_0^2 (u^2 + 6x) dt \rightarrow \text{extr } \dot{x} = u, \quad |u| \leq 1, \quad x(0) = 0, \quad x(2) = 0.$$

3. Решить задачу предельного быстродействия

$$T \rightarrow \text{extr } \ddot{x} = u, \quad |u| \leq 1, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}(T) = 0, \quad x(0) = 2, \quad x(T) = 5.$$

4. Решить задачу оптимального управления

$$\int_0^2 u^2 dt \rightarrow \text{extr } \ddot{x} = u, \quad |u| \leq 1, \quad x(0) = -1, \quad \dot{x}(0) = 0, \quad x(2) = 2.$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Задача о «мягком» сближении материальной точки в заданный момент времени.

Примерные задания

Задача о «мягком» сближении материальной точки в заданный момент времени. Построить формулу для оптимального результата.

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = x_1 + u \end{cases}$$

$$t \in [0, \vartheta], \quad x(0) = (x_1^0, x_2^0).$$

$$P = \{u \in R: |u| \leq a\}$$

$$\gamma^0 = \inf_{u \in U} \|\{x_U(\vartheta)\} - y\|, \quad y \in (y_1, y_2)$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Дифференциальные уравнения управляемого движения. Допустимые управления.
2. Линейные управляемые системы.
3. Задача о переводе системы из одного заданного состояния в другое.
4. Полная управляемость системы. Критерий полной управляемости.

5. Допустимые управления, решающие задачу о переводе линейной системы из одного заданного состояния в другое.
 6. Множество достижимости управляемой системы с геометрическими ограничениями.
 7. Множества достижимости линейной управляемой системы и их свойства.
 8. Система, сопряженная к линейной, соотношение между фундаментальными матрицами Коши.
 9. Лемма о внутренней точке множества достижимости линейной системы.
 10. Условие максимума, его геометрический смысл.
 11. Линейная задача быстродействия. Принцип максимума Л.С.Понтрягина.
 12. Гамильтониан управляемой системы. Принцип максимума в терминах гамильтониана.
 13. Применение принципа максимума для нахождения оптимальных по быстродействию управлений.
 14. Двойственное описание выпуклых множеств. Опорные функции, их свойства.
 15. Линейная задача терминального управления с подвижным левым концом и выпуклой функцией конечного состояния.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы Тренинг диагностическое мышление	ОПК-1	Д-3	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен