



## Основы теории дифференциальных уравнений и оптимального управления

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой  
Учебный план

Прикладной математики и информатики

a01060113\_18\_1епми.plx

01.06.01

МАТЕМАТИКА

И

МЕХАНИКА

Профиль: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

очная/заочная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108 Виды контроля в семестрах:

в том числе:

экзамены 7

аудиторные занятия

14

самостоятельная работа

58

экзамены

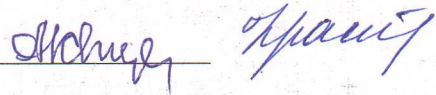
36

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семес тр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	уп	рпд	уп	рпд
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	6	6	6	6
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	14	14	14	14
Контактная	14	14	14	14
Сам. работа	58	58	58	58
Часы на	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

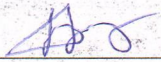
Программу составил(и):

д.ф.-м.н., профессор Керимбеков А., к.ф.-м.н., доцент Красниченко Л.С.



Рецензент(ы):

д.ф.-м.н., профессор Байзаков А.



Рабочая программа дисциплины

**Основы теории дифференциальных уравнений и оптимального управления**

разработана в соответствии с ФГОС 3+:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014г. №866)

составлена на основании учебного плана:

01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Профиль: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

утвержденного учёным советом вуза от 29.05.2018 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Прикладной математики и информатики**

Протокол от 28.03 2018 г. № 8


Срок действия программы: 2015-2019 уч.г.

Зав. кафедрой академик Борубаев А.А.




**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

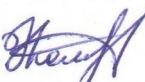
13 09 2016 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2016-2017 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**


Протокол от 30.08. 2016 г. № 1  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС


12 09 2017 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2017-2018 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**


Протокол от 29.08. 2017 г. № 1  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС


10 09 2018 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**


Протокол от 28.08. 2018 г. № 1  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС


11 06 2019 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**


Протокол от 24.05. 2019 г. № 3  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС


15 09 2020 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**


Протокол от 28.08. 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

14 09 2021 г. 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры **Прикладной математики и информатики**

Протокол от 27.08. 2021 г. № 1  
Зав. кафедрой академик Борубаев А.А. 

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Курс дисциплина «Основы теории дифференциальных уравнений и оптимального управления» имеет своей целью обеспечить математическую подготовку аспирантов по теории оптимального управления процессами, описываемыми обыкновенными дифференциальными уравнениями или их системой в том объеме, достаточную для решения прикладных задач оптимизации и исследования решений. После изучения курса аспирант должен уметь применять методы теории оптимального управления при решении прикладных задач и проводить теоретические исследования.
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Требованиями к «входным» знаниям для освоения дисциплины являются
2.1.2	знания, полученные при освоении программы бакалавриата и магистратуры в
2.1.3	следующих дисциплинах: «Дифференциальные уравнения», «Методы оптимизации», «Оптимальное управление», «Качественная теория дифференциальных уравнений», «Методы решения задач программного управления», «Методы решения задач синтеза».
2.1.4	
2.1.5	
2.1.6	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Логически дисциплина «Основы теории дифференциальных уравнений и оптимального управления» связана с рядом дисциплин профиля подготовки «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» в рамках обучения в аспирантуре и является предшествующей для проведения научно-исследовательской работы по теме диссертационного исследования.
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-1: Способностью самостоятельно математически моделировать физические системы и процессы</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные методы научно-исследовательской деятельности в области научной специальности -Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	разрабатывать программы теоретических и экспериментальных исследований; формулировать цели, задачи, гипотезы исследования; выбирать методы решения поставленных задач
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	методами сбора, обработки, анализа и систематизации данных по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования; современными информационно-коммуникационными технологиями
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>ПК-3: Способность к преподавательской деятельности в области фундаментальной и прикладной математики</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	историю становления и развития основных научных школ, полемику и взаимодействие между ними; актуальные проблемы и тенденции в развитии соответствующей отрасли науки
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач
Уровень 2	
Уровень 3	

:	
1	,
2	
3	

<b>3.1</b>	:
3.1.1	,
<b>3.2</b>	:
3.2.1	;
<b>3.3</b>	:
3.3.1	

4. ( )							
	/	/	-		.		
	<b>1.</b>						
	<b>1-</b>						
1.1		7	2	-1 -3	1.1 1.2 2.3 2.5 2.6 2.8 2.10	0	
	( , , ') = 0. / /						
1.2		7	2	-1 -3	1.1 1.2 2.2 2.4 2.5 2.9	0	
	( , , ') = 0. / /						
1.3		7	12	-1 -3	1.1 1.2 2.1 2.6 2.7 2.10	0	
	( , , ') = 0. / /						
	<b>2.</b>						

2.1	( ) ./ /	7	2	-1 -3	1.1 1.2 2.3 2.5 2.6 2.8 2.10	0	
2.2	( ) ./ /	7	2	-1 -3	1.1 1.2 2.2 2.4 2.5 2.9	0	
2.3	( ) ./ /	7	12	-1 -3	1.1 1.2 2.1 2.6 2.7 2.10	0	
2.4	( ) ./ /	7	1	-1 -3	1.1 1.2 2.3 2.5 2.6 2.8	0	
2.5	( ) ./ /	7	2	-1 -3	1.1 1.2 2.2 2.4 2.5 2.9	0	
2.6	( ) ./ /	7	16	-1 -3	1.1 1.2 2.1 2.6 2.7 2.10	0	
	<b>3.</b>						
3.1	( ) ./ /	7	1	-1 -3	1.1 1.2 1.4 2.3 2.5 2.6 2.8	0	
3.2	( ) ./ /	7	2	-1 -3	1.1 1.2 1.4 2.2 2.4 2.5 2.9	0	
3.3	( ) ./ /	7	18	-1 -3	1.1 1.2 1.3 1.4 2.1 2.6 2.7 2.10	0	

3.4	/	/	7	36	-1	-3	1.1	1.2	0	
							1.3	1.4		
							2.1	2.2		
							2.3	2.4		
							2.5	2.6		
							2.7	2.8		
							2.9	2.10		

**5.**

**5.1.**

1- , .

( , , ') = 0.

( , , ') = 0.

2- , .

( , , ') = 0.

1- , .

( , , ') = 0.

2- , .

( , , ') = 0.

**5.2.** ( , )

<b>5.3.</b>
<p>1-</p> <p>( , , ') = 0.</p> <p>2-</p> <p>( )</p>
<b>5.4.</b>
<p>( 1)</p>

<b>6. ( )</b>			
<b>6.1.</b>			
<b>6.1.1.</b>			
1.1		Maple:	∴ - 2016
1.2		:	∴ 2004
1.3		:	∴ - 2011
1.4		:	∴ , 2016
<b>6.1.2.</b>			
2.1		:	- ∴ , 2001
2.2			- ∴ 1965
2.3			∴ 1975
2.4		:	∴ 1988
2.5			∴ 1973
2.6		:	∴ 1981
2.7		:	∴ , 1981

2.8			
2.9			1990
2.10			1970
<b>6.2.</b>			
1			
<b>6.3.</b>			
<b>6.3.1</b>			
6.3.1.1	1.		
6.3.1.2	2.		
6.3.1.3	3.		
6.3.1.4			
6.3.1.5			
6.3.1.6	1)		
6.3.1.7	-		
6.3.1.8	-		
6.3.1.9	-		
6.3.1.10	-		
6.3.1.11	2)		
6.3.1.12			
6.3.1.13	)		
6.3.1.14	3)		
6.3.1.15			
<b>6.3.2</b>			
6.3.2.1	1.	EqWorld [ ] :	
6.3.2.2	2.	SolverBook - <a href="http://ru.solverbook.com/spravochnik/differencialnye-uravneniya/">http://ru.solverbook.com/spravochnik/differencialnye-uravneniya/</a>	

<b>7.</b>			
7.1	50	( 5, .105)	
7.2		( 5, .103)	
7.3		( 4, .108);	
7.4		;	
7.5		;	
7.6		;	
7.7			

<b>8.</b>			
2			
8.1.		( .82).	

3

3-

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

( . ).

10

)

( , , , )

8.2.

a) ( ) ; ;

) :

« »/ « »/ « »/

« » :

• , 3 ; ;

• ;

•

« » :

• , 3

• ;  
• ;  
• .  
• « » : 2  
• ,  
• ;  
• .  
• « » : ;  
• .  
8.3 , , ( ) ,  
( .3) , ,  
, , ,  
, , ,  
, , ,  
, , ,  
, , ,  
• « » :  
• « » :  
• « » :  
• « » :  
• « » :

### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАЧ

- 85-100 % - Решение всех задач правильное и полное.
- 70-84 % - Решение включает 1-й, 2-й и 3-й из приведенных задач.
- 60-69 % - Решение неполное, включает 1-й и 2-й, 1-й и 3-й или 2-й и 3-й из приведенных задач.
- 31-60 % - Все элементы записаны неверно или записан правильно только один элемент (1-й, 2-й или 3-й).
- 0-30 % - Не было попытки решить задачу.

### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА (промежуточный контроль – «ЗНАТЬ»)

- Отметкой **(9-10 баллов)** оценивается ответ, который показывает прочные знания основных понятий теории дифференциальных уравнений и оптимального управления.
- Отметкой **(7-8 баллов)** оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных понятий теории дифференциальных уравнений и оптимального управления. Однако допускается одна - две неточности в ответе.
- Отметкой **(4-6 баллов)** оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании основных понятий теории дифференциальных уравнений и оптимального управления. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.
- Отметкой **(2-3 балла)** оценивается ответ, обнаруживающий незнание основных понятий теории дифференциальных уравнений и оптимального управления. Отмечается отсутствие логичности и последовательности в ответе. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.
- Отметкой **(0 -1 балл)** оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа.

### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ (промежуточный контроль – «УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ»)

- Отметкой **(17-20 баллов)** оценивается ответ, при котором студент правильно выполняет индивидуальные задачи по предложенному заданию, демонстрирует способность грамотно формализовать задачу из индивидуального задания. Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.
- Отметкой **(11-16 баллов)** оценивается ответ, при котором студент в основном правильно выполняет индивидуальные задачи по предложенному заданию, демонстрирует способность грамотно формализовать задачу из индивидуального задания. Демонстрирует значительное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
- Отметкой **(4-10 баллов)** оценивается ответ, при котором студент в основном не правильно выполняет по предложенному заданию индивидуальные задачи, демонстрирует способность грамотно формализовать задачу из индивидуального задания. Демонстрирует частичное или небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.
- Отметкой **(0 -3 балла)** оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа и даже не было попытки решить задачу.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ ТЕОРИИ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ"

Курс 4, семестр 7, Количество ЗЕ – 3, Отчетность - Экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
<b>Модуль 1</b>					
Дифференциальные уравнения 1-го порядка, неразрешенные относительно производной	Текущий	Активность, посещаемость, решение задач	3	5	9 неделя
	Рубежный	Сообщение	10	18	
<b>Модуль 2</b>					
Системы дифференциальных уравнений. Устойчивость по Ляпунову	Текущий	Активность, посещаемость, решение задач	3	5	13 неделя
	Рубежный	Сообщение	10	18	
<b>Модуль 3</b>					
Фазовые траектории. Управляемость линейных систем	Текущий	Активность, посещаемость, решение задач	3	5	17 неделя
	Рубежный	Сообщение	11	19	
<b>ВСЕГО за семестр</b>			40	70	<b>18-19 недели</b>
<b>Промежуточный контроль (Экзамен)</b>			20	30	
<b>Семестровый рейтинг по дисциплине</b>			60	100	

*Примечание:*

1. За каждое пропущенное и не отработанное лекционное и практическое занятие снимается 0,5 балл.
2. За активное участие на практическом занятии добавляется 0,5 балла.