

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Карагандинский государственный технический университет

**Утверждаю**  
**Председатель Ученого Совета,**  
**ректор, академик НАН РК**  
**Газалиев А.М.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ СТУДЕНТА**  
**( SYLLABUS)**

Дисциплина МММ 3218 «Математическое моделирование в  
машиностроении»

Модуль SAPR 23 «Системы автоматизированного проектирования»

Специальность 5В071200 «Машиностроение»

Институт Машиностроения

Кафедра «Технология машиностроения»

## Предисловие

Программа обучения по дисциплине для студента (syllabus) разработана: старшим преподавателем, к.т.н. Уалиевым Д.Ш., старшим преподавателем Тидой О.В

Обсуждена на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом Института Машиностроения

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

## Сведения о преподавателе и контактная информация

Уалиев Дани Шайтмахметович, к.т.н., ст.преподаватель кафедры ТМ;

Тида Ольга Владимировна, ст.преподаватель кафедры ТМ.

Кафедра «Технология машиностроения» находится в главном корпусе КарГТУ (Б.Мира, 56), аудитория 334, контактный телефон (56-59-35) доп.1056, факс 56-03-28, электронный адрес E-mail: [www.kstu.kz](http://www.kstu.kz)

## Трудоемкость дисциплины

Семестр	Количество кредитов/ESTS	Вид занятий					Количество часов СРС	Общее количество часов	Форма контроля
		количество контактных часов			количество часов СРСП	всего часов			
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия					
5	2/3	15	-	15	30	60	30	90	Письменный опрос

## Характеристика дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование в машиностроении» входит в цикл базовых дисциплин (компонента по выбору) и ставит целью изучение задач математического моделирования технологических процессов механической обработки деталей; синтез маршрутов обработки; постановки задачи синтеза маршрута обработки; элементы теории графов; аналогии компонентных и топологических уравнений; математическое моделирование на микро, макро и мета –уровнях.

## Цель дисциплины

Целью изучения данной дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими основами и объективными закономерностями математического моделирования технологических процессов.

## Задачи дисциплины

Задачи дисциплины следующие: дать студенту представления о теоретических основах и объективных закономерностях математического моделирования технологических процессов, их составных элементов; принципиальные основы разработки математической модели; методику разработки математической модели; постановка задачи синтеза маршрута обработки детали.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны: иметь представление:

- об основных направлениях в математическом моделировании технологических процессов;
- о методах математического моделирования;

- об элементах теории графов;
- о постановке задачи синтеза маршрута обработки детали;
- о математическое моделирование на –микро, -макро и метауровнях.

Знать:

- методы математического моделирования технологических процессов;
- последовательность и содержание синтеза маршрута обработки детали;
- теоретические основы математического моделирования технологических процессов;
- методику постановки задачи синтеза маршрута обработки детали с соответствующими ограничениями;
- последовательность математического моделирования технологических процессов на –микро, -макро и метауровнях.

Уметь:

- применять полученные знания на практике.

Приобрести практические навыки:

- использование знаний по математическому моделированию технологических процессов для изделий как машиностроительной, так и других отраслей промышленности.

### Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Дисциплина	Наименование разделов (тем)
Технологические процессы машиностроительного производства	Разработка технологического процесса. Расчет режимов резания
Теория механизмов и машин	Расчет моментов сил. Структурный анализ механизмов

### Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении», используются при освоении дисциплины «Основы САПР», «Основы конструирования приспособлений», САПР ТП и при выполнении специальной части дипломного проекта (работы).

### Тематический план дисциплины

Наименование раздела, (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1 Основные понятия и определения в области математического моделирования технологических процессов. Виды и способы проектирования ма-	1			2	2

тематических моделей технологических процессов					
2 Функциональное и морфологическое описание проектируемого объекта	1		2	2	2
3 Элементы теории графов	1			2	2
4 Моделирование геометрических объектов. Алгебрологические геометрические модели	1			2	2
5 Типичная технологическая задача решаемая, используя функциональные модели. Оптимальные режимы резания, исходя из экстремума целевой функции	1		6	2	2
6 Математическая модель технического объекта на микроуровне. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции. Математическая модель, описывающее напряженное состояние в поперечном сечении однородного стержня	1			2	2
7 Температурное поле в сплошной среде. Краевых условий для решения уравнения теплопроводности и температурного поля в зоне резания	1			2	2
8 Решения приближенных математических моделей на микроуровне. Алгоритм метода сеток. Метод конечных элементов	2		7	2	2
9 Математическая модель процесса точения (расточивания). Начальные и конечные условия для математической модели процесса точения (расточивания)	1			2	2
10 Математическая модель процесса фрезерования. Начальные и конечные условия для математической модели процесса фрезерования	1			2	2
11 Математическая модель процесса резбонарезания при наличии крутильных колебаний. Начальные и конечные условия для математической модели процесса фрезерования	1			2	2
12 Аналогии компонентных уравнений	1			3	3

13 Математическая модель технического объекта на макроуровне	1			3	3
14 Математическая модель технического объекта на метауровне	1			3	3
<b>ИТОГО:</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

### Перечень лабораторных занятий

1. Функциональное и морфологическое описание проектируемого объекта
2. Типичная технологическая задача решаемая, используя функциональные модели. Оптимальные режимы резания, исходя из экстремума целевой функции
3. Математическая модель технического объекта на микроуровне.

### Тематический план самостоятельной работы студента с преподавателем

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
1 Основные понятия и определения в области математического моделирования технологических процессов. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов	Углубление знаний по данной теме	Опрос студентов по теме	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,5,7,12]
2 Функциональное и морфологическое описание проектируемого объекта	Углубление знаний по данной теме	Опрос студентов по теме. Решение задач согласно выданному заданию	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических примеров	[1,3,8,12,14]
3 Элементы теории графов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач согласно выданному заданию.	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических	[1,3,7,8,9,12]

			ских примеров	
4 Моделирование геометрических объектов. Алгебрологические геометрические модели	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,3,7,8,9,12]
5 Типичная технологическая задача решаемая, используя функциональные модели. Оптимальные режимы резания, исходя из экстремума целевой функции	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[2,4,8,10,12]
6 Математическая модель технического объекта на микроуровне. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции.	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,2,8,9,12,15,16]
7 Температурное поле в сплошной среде. Краевых условий для решения уравнения теплопроводности и температурного поля в зоне резания	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[7,8,9,12,17]
8 Решения приближенных математических моделей на микроуровне. Алгоритм метода сеток. Метод конечных элементов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач согласно выданному заданию.	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования Разбор практических примеров	[1,5,7,8,9,12,14,15,17]
9 Математическая модель процесса точечной обработки	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной	Расширенное представление об основных понятиях. При-	[1,3,4,7,

ния (растачивания). Начальные и конечные условия для математической модели процесса точения (растачивания)		теме. Обсуждение темы	менение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	12,21]
10 Математическая модель процесса фрезерования. Начальные и конечные условия для математической модели процесса фрезерования	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[2,4,12,14,18,22]
11 Математическая модель процесса резбонарезания при наличии крутильных колебаний. Начальные и конечные условия для математической модели процесса фрезерования	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[2,4,12,14,18,22]
12 Аналогии компонентных уравнений	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]
13 Математическая модель технического объекта на макроуровне	Углубление знаний по данной теме	Представление доклада (реферата) по данной теме. Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным объектам исследования	[1,6,9,12,13,21,22]
14 Математическая модель технического объекта на мезоуровне	Углубление знаний по данной теме	Представление слайд-доклада (реферата) по данной теме Обсуждение темы	Расширенное представление об основных понятиях. Применение изучаемых вопросов по данной теме к конкретным	[1,7,8,9,11,12,13,21,24,25]



			объектам исследо- вания	
--	--	--	----------------------------	--

### Темы контрольных заданий для СРС

1. Понятие «моделирование». Цели и этапы моделирования
2. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов
3. Классификация и типы ММ.
4. Основные составляющие математической модели технического объекта
5. Методика получения математических моделей элементов и устройств
6. Морфологическое описание проектируемого объекта
7. Функциональное описание проектируемого объекта
8. Методы морфологического анализа
9. Морфологический разбор станочного оборудования
10. Применение теории графов в морфологическом описании объекта проектирования
11. Элементы теории графов
12. Матрицы смежности и трансцендентности
13. Построение матрицы контуров и сечений
14. Практическое применение теории графов в машиностроении
15. Алгебрологические геометрические модели
16. Рецепторные геометрические модели
17. Способы моделирования геометрических свойств объекта
18. Типы геометрических объектов
19. Методы построения геометрических моделей
20. Назначение и вид функциональных моделей
21. Типичные технологические задачи решаемые, используя функциональные модели
22. Особенности построения ММ технического объекта на микроуровне.
23. Методы получения математических моделей на микро уровне.
24. Краевые задачи при проектировании технических объектов
25. Расчет тепловых режимов работы деталей и узлов конструкции
26. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции
27. Тепловые явления при резании металла
28. Понятие упругой и пластической деформации
29. Описание температурного поля в сплошной среде
30. Краевые условия для решения уравнения теплопроводности
31. Способ решения приближенных математических моделей на микроуровне
32. Метод конечных элементов. Практическое применение.
33. Типы и виды конечных элементов. Назначение.
34. Применение МКЭ при расчете конструкций сложной формы
35. Принципы и особенности построения ММ процесса течения

36. Признак Даламбера при решении математической модели процесса точения (расточивания)
37. Принципы и особенности построения ММ процесса фрезерования
38. Математическая модель процесса фрезерования по подаче
39. Математическая модель процесса фрезерования против подачи
40. Особенности построения ММ процесса резьбонарезания
41. Математическая модель процесса резьбонарезания при наличии крутильных колебаний
42. Методы решения задачи процесса резьбонарезания
43. Подсистемы различной физической природы
44. Типы простейших элементов в задачах моделирования на макроуровне
45. Алгоритм составления структурной схемы для решения задач математического моделирования на макроуровне
46. Принцип построения топологических уравнений
47. Построение эквивалентных схем технических объектов
48. Описание сложных объектов на метауровне
49. Применение моделей систем массового обслуживания
50. Общие подходы к анализу ММ на метауровне

### **Критерии оценки знаний студентов**

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной системе	Цифровые эквиваленты буквенной оценки	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B+	3,33	85-89	Хорошо
B	3,0	80-84	
B-	2,67	75-79	
C+	2,33	70-74	Удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D-	1,0	50-54	
F	0	0-49	Неудовлетворительно

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если студент в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубеж-

ные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если студент показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-»(хорошо) выставляется студенту в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи передачи семестровых заданий по дисциплине.

Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если студент в течение семестра регулярно сдавал семестровые задания, но по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D+» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D-» (удовлетворительно) выставляется студенту в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет минимальным объемом знаний, а также допускал пропуски занятий.

Оценка «F» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда студент практически не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, нерегулярно посещает занятия и не сдает вовремя семестровые задания.

Рубежный контроль проводится на 7,14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Посещаемость	0,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6,0
Конспекты лекций	2,0							*							*	4,0	
Защита лабораторных работ	8,0		*						*							*	24
Модуль	10,0							*							*	20	
СРС	1,0		*			*		*		*		*		*		6	
Экзамен																40	
Всего по аттестациям								25,8							25,8	8,4	60
<b>Итого</b>																	100

### Политика и процедуры

При изучении студентами дисциплины «Математическое моделирование в машиностроении» необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу предоставлять справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. На занятиях не отвлекаться на посторонние вещи и не отвлекать других.
4. Активно участвовать в учебном процессе.
5. Выполнять все задания, готовиться по всем видам контроля.
6. Своевременно сдавать на проверку работы и защищать их.
7. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателя

### Учебно-методическая обеспеченность дисциплины

Ф.И.О. автора	Наименование учебно-методической литературы	Издательство, год издания	Количество экземпляров	
			в библиотеке	на кафедре
<b>Основная литература</b>				
1. В.А. Трудоношин, Н.В. Пивоварова Под ред. И.П. Норенкова	Математическое моделирование технических объектов	- М.: Высшая школа.,2006	12	1

2. Н.М. Капустин, Г.Н. Васильев Под ред. Н.М. Капустина	Автоматизация машиностроения	- М.: Высшая школа.,2003	12	1
3. М.Н. Боголюбова	Системный анализ и математическое моделирование в машиностроении	– Томск: издательство Томского политехнического университета ,2010.	5	1
4. Курков С. В.	Метод конечных элементов в задачах динамики механизмов и приводов	СПб.: Политехника, 2002.	3	1
5. Крищенко А.П..	Математическое моделирование в технике	- М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.	4	1
6. Левин А. И.	Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков	- М. : Машиностроение, 2002	8	1
7. Норенков И. П.	Основы автоматизированного проектирования	- М. : МГТУ им. Баумана, 2002.	4	1
8.Севастьянов П. В.	Многокритериальная идентификация и оптимизация технологических процессов	- Минск : Наука и техника , 2000.	12	1
9. Соснин О. М.	Основы автоматизации технологических процессов и производств:	- М.: АCADEMIA, 2007	4	1
10. Сихимбаев М.Р.	Математическое моделирование в машиностроении	- Караганда : КарГТУ, 2010.	60	5
11. Тарасов В. С.	Моделирование технологических процессов с распределенными параметрами	Л. : ЛПИ, 2000	10	1

12. Тихонов А. Н.	Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении	- М. : Машиностроение, 2000	10	1
13. Под ред. В.И. Мяченкова	Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов	- М. : Машиностроение, 2001	12	1

Дополнительная литература				
14. Ефимов В.В.	Статистические методы управления качеством продукции	- Ульяновск: УлГТУ, 2003.	5	1
15. Колесов И.М.:	Основы технологии машиностроения	- М. : Высш. шк., 2001	7	1
16. Под ред. А.М. Дальского	Справочник технолога-машиностроителя	- М. : Машиностроение-1, 2003	14	2
17. Под ред. Ю. М. Соломенцева.	Проектирование технологии автоматизированного машиностроения	- М. : Высш. шк., 2004	8	1
18. Под ред. А.М. Дальского.	Технология машиностроения	- М. : МГТУ, 2002	10	1
19. Ковшов А. Н.	Технология машиностроения-	- М.: Машиностроение, 2001	8	1
20. Солонин И.С	Расчет сборочных и технологических размерных цепей.	- М.: Машиностроение, 2004	6	1
21. Швоев В. Ф.	Технологическая подготовка производства	- Караганда: КарГТУ, 2005.	30	10
22. Под ред. Ю. М. Соломенцева	Технологические основы гибких производственных систем	- М.: Высш. шк., 2000.	6	1

## График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Сдача лабораторной работы №1	Проведение морфологического анализа и решение задач при помощи функциональных моделей	[1,2,3,4,5]	2 недели	Текущий	2-ая неделя
Модуль 1	Закрепление теоретических знаний	[1,2,3,4,5,7,9], конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	7-ая неделя
Сдача лабораторной работы №2	Решение типичных технологических задач (анализ эффективности, оптимизация)	[1,3,4,5,7,9]	6 недель	Текущий	8-ая неделя
Модуль 2	Закрепление теоретических знаний	[1-7,9] конспект лекций	1 контактный час	Рубежный	14-ая неделя
Сдача лабораторной работы №3	Решение технических задач на микроуровне	[1,2,6,7]	7 недель	Текущий	15-ая неделя
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	Конспекты лекций, весь перечень основной и дополнительной литературы	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии

### Вопросы для самоконтроля

1. Понятие «моделирование». Цели и этапы моделирования
2. Виды и способы проектирования математических моделей технологических процессов
3. Классификация и типы ММ.
4. Основные составляющие математической модели технического объекта
5. Методика получения математических моделей элементов и устройств
6. Морфологическое описание проектируемого объекта
7. Функциональное описание проектируемого объекта
8. Методы морфологического анализа
9. Морфологический разбор станочного оборудования
10. Применение теории графов в морфологическом описании объекта проектирования
11. Элементы теории графов
12. Матрицы смежности и трансцендентности
13. Построение матрицы контуров и сечений
14. Практическое применение теории графов в машиностроении

15. Алгебрологические геометрические модели
16. Рецепторные геометрические модели
17. Способы моделирования геометрических свойств объекта
18. Типы геометрических объектов
19. Методы построения геометрических моделей
20. Назначение и вид функциональных моделей
21. Понятие «динамическое программирование».
22. Математические модели в форме трансцендентного уравнения
23. Математические модели стохастических процессов
24. Типичные технологические задачи решаемые, используя функциональные модели
25. Комплекс условий определяющие оптимальные режимы резания, исходя из экстремума целевой функции
26. Особенности построения ММ технического объекта на микроуровне.
27. Методы получения математических моделей на микро уровне.
28. Краевые задачи при проектировании технических объектов
29. Расчет тепловых режимов работы деталей и узлов конструкции
30. Общий способ решения краевых задач
31. Принцип определения оптимального маршрута обработки
32. Уравнение напряженного состояния деталей конструкции
33. Тепловые явления при резании металла
34. Понятие упругой и пластической деформации
35. Описание температурного поля в сплошной среде
36. Краевые условия для решения уравнения теплопроводности
37. Способ решения приближенных математических моделей на микроуровне
38. Метод сеток и его алгоритм
39. Метод конечных разностей. Практическое применение.
40. Метод конечных элементов. Практическое применение.
41. Типы и виды конечных элементов. Назначение.
42. Применение МКЭ при расчете конструкций сложной формы
43. Принципы и особенности построения ММ процесса течения
44. Краевые условия для решения уравнения процесса течения (растачивания)
45. Начальные условия для решения уравнения процесса течения (растачивания)
46. Признак Даламбера при решении математической модели процесса течения (растачивания)
47. Принципы и особенности построения ММ процесса фрезерования
48. Математическая модель процесса фрезерования по подаче
49. Математическая модель процесса фрезерования против подачи
50. Особенности построения ММ процесса резьбонарезания
51. Математическая модель процесса резьбонарезания при наличии крутильных колебаний
52. Методы решения задачи процесса резьбонарезания



53. Подсистемы различной физической природы
54. Типы простейших элементов
55. Фазовые переменные для механической вращательной подсистемы
56. Алгоритм составления структурной схемы для решения задач математического моделирования на макроуровне
57. Принцип построения топологических уравнений
58. Построение эквивалентных схем технических объектов
59. Описание сложных объектов на метауровне
60. Применение моделей систем массового обслуживания
61. Общие подходы к анализу ММ на метауровне
62. Системы массового обслуживания
63. МКЭ, МКР – основные понятия
64. Квазигармоническое уравнения для двумерного случая
65. Уравнение Навье-Стокса

Гос. изд. лиц. № 50 от 31.03.2004 г. Подписано в печать  
Формат 60x90/16  
Усл.печ.л. п.л. Тираж экз. Заказ Цена договорная

---

Издательство Карагандинского государственного технического университета  
100027, Караганда, б.Мира, 56