

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 26 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Математическое моделирование в машиностроении  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Обеспечение эффективности технологических процессов  
жизненного цикла изделия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – получение системных знаний по теории применения математического моделирования в процессах конструкторско-технологической подготовки производств в машиностроении, приобретение умений и опыта построения и анализа математических моделей для решения конкретных задач профессиональной деятельности в области исследования и проектирования объектов новой техники, разработки технологических процессов, планирования деятельности машиностроительного предприятия.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение места математического моделирования в общей системе проектирования технических объектов и технологических процессов;
- изучение различных аспектов математизации научных исследований и методов математического моделирования в проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности;
- освоение умений моделирования процессов машиностроения, имеющих место в проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности;
- освоение умений формировать взаимосвязи структур машиностроительного производства, параметров функционирования машин и процессов обработки материалов с формами математического описания;
- получение опыта использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования машиностроительных производств;
- развитие навыков проведения параметрических исследований при по-строении и использовании математических моделей в решении конкретных задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- математические методы решения задач моделирования рабочих процессов изделий машиностроения и оборудования машиностроительных производств, функционирования технологических и производственных систем;
- физические процессы в механических, электрических, гидравлических и тепловых системах изделий машиностроения и технологического оборудования;
- структура и взаимосвязи задач математического моделирования конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств;
- современные технологии проведения научных исследований, базирующихся на выполнении математического моделирования процессов, средств и систем машиностроительных производств.

### 1.3. Входные требования

Студент должен знать математику и физику в объёме стандартного курса политехнического университета.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает основные области применения математических методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации научных исследований, математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств в инженерной и исследовательской практике	Знает основные области применения математических методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации научных исследований, математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств в инженерной и исследовательской практике; основные понятия и определения в области надежности и диагностики технологических систем, количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования	Доклад
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Умеет оценивать и представлять результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов	Умеет оценивать и представлять результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторско-технологической подготовки производства, осуществлять постановку и решение задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, разрабатывать алгоритмы программ обслуживания	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			датчиков и технического диагностирования процесса резания; рассчитывать основные показатели надежности технологического процесса	
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования машиностроительных изделий и производств; опытом оценки и представления результатов математического моделирования объектов и процессов в машиностроении	Владеет навыками использования математического моделирования для определения технологических, конструкторских, эксплуатационных и экономических параметров функционирования машиностроительных изделий и производств; опытом оценки и представления результатов математического моделирования объектов и процессов в машиностроении; опытом расчета основных показателей надежности и управления ими; анализа показателей надежности технологических систем; опытом разработки мероприятий по устранению причин, приводящих к отказу технологических систем	Отчёт по практическому занятию
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знает структуру, назначение и содержание информационных ресурсов по разработке и анализу математических моделей в заданной области разработки конструкций и технологий	Знает структуру, назначение и содержание современных информационных ресурсов, используемых в научно-исследовательской работе	Доклад
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы при проведении исследований в области	Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы при проведении исследований по	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		математического моделирования.	заданным темам	
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеет опытом применения технических средств, информационных технологий и ресурсов автоматизации научных исследований и анализа научно-технической информации в сети «Интернет» при разработке и анализе математических моделей	Владеет опытом применения технических средств, информационных технологий и ресурсов автоматизации научных исследований и анализа научно-технической информации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в инженерной практике (профессиональной деятельности)	Отчёт по практическому занятию
ПКО-2	ИД-1ПКО-2	Знает научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, современные информационные ресурсы в своей области знаний, методы анализа научных данных	Знает научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, научно-техническую документацию и современные информационные ресурсы в своей области знаний, охраняемые документы, методы и технологию сопоставительного анализа объектов техники и технологий с охраняемыми объектами промышленной собственности, методы определения патентной чистоты, правовые основы охраны объектов исследования и экономическую оценку использования объектов промышленной собственности, методы анализа научных данных, методы и средства планирования и организации научных исследований и разработок.	Доклад
ПКО-2	ИД-2ПКО-2	Умеет оформлять результаты научно-исследовательских работ, анализировать научные проблемы при	Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты технических объектов и технологий, оценивать	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		построении и использовании математических моделей.	патентоспособность вновь созданных технических решений, применимость в научно-технических разработках известных объектов про-мышленной (интеллектуальной) собственности, определять показатели технического уровня изделий и технологий машиностроения, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, ана-лизировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок.	
ПКО-2	ИД-3ПКО-3	Владеет опытом определения задач прикладных научных исследований в области математического моделирования, осуществления поиска, отбора, систематизации и анализа научно-технической информации, подготовки научно-технических отчётов в соответствии с задачами разработки математических моделей, контроля их адекватности и точности.	Владеет определения задач прикладных научных исследований, осуществления поиска, отбора, систе-матизации и анализа патентной и дру-гой научно-технической документации и информации, подготовки научно-технических отчётов по выполняемым исследованиям, разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок, осуществ-ления теоретического обобщения ре-зультатов экспериментов и наблюде-ний в соответствии с задачами иссле-дований, контроля их адекватности и точности.	Отчёт по практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	48		48
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16		16
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	28		28
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4		4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	60		60
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108		108

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Применение математического моделирования в проектно-конструкторской, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности	8	0	14	30
<p>Тема 1. Современные подходы и методы использования математических моделей при разработке объектов новой техники и технологий Методологические основы применения математического моделирования как инструмента разработки проектов и конструкций изделий. Области использования математических моделей и их место в цикле проектирования. Этапы разработки, принципы построения, структура математической модели технического объекта. Основы математизации научных исследований.</p> <p>Тема 2. Математическое моделирование процессов функционирования изделий, параметров и режимов рабочих процессов Физико-математические методы моделирования, используемые при решении задач конструкторского обеспечения машиностроительных производств. Использование классических подходов анализа рабочих процессов изделий машиностроения для исследования режимов и параметров их функционирования. Методы идентификации исследуемых процессов, явлений и объектов. Общие принципы решения задач идентификации. Идентификация по заданным и по неизвестным математическим моделям.</p> <p>Тема 3. Современные подходы и методы использования математических моделей при разработке новых технологий и технологических процессов Методологические основы применения математического моделирования как инструмента разработки технологических процессов. Области использования математических моделей и их место в цикле разработки технологий, технологических процессов. Этапы разработки, принципы построения, структура математической модели технологического процесса объекта.</p> <p>Тема 4. Математическое моделирование технологических процессов Физико-математические методы моделирования задач технологического обеспечения машиностроительных производств. Использование классических подходов при анализе и разработке процессов обработки материалов для исследования режимов и параметров их реализации. Разработка моделей процессов механической размерной</p>				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
обработки.				
Методы исследования операций для решения задач управления материальными ресурсами, производством, разработке маршрутов обработки деталей и моделирование технического уровня изделий и оборудования	8	0	14	30
Тема 5. Теория массового обслуживания Заявки и обслуживающие аппараты. Интенсивность потока заявок и работа обслуживающего аппарата. Цели и алгоритмы моделирования систем массового обслуживания с учётом законов распределения заявок. Событийное моделирование. Применение теории массового обслуживания к расчёту параметров и режимов технологических процессов. Тема 6. Теория расписаний Исходные данные и постановка задач теории расписаний, классификация задач. Система заданий и ограничения. Формы представления расписаний и показатели эффективности расписаний. График Ганта и хронограмма. Методы решения задач теории расписаний: линейное программирование, нелинейное программирование, методы последовательного анализа и графические методы. Применение теории расписаний для упорядочения работ в производственных системах. Тема 7. Моделирование в задачах анализа технического уровня изделий и оборудования Квалиметрическая модель и анализ технического уровня машиностроительной продукции, технологических машин.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	28	60
ИТОГО по дисциплине	16	0	28	60

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Разработка теоретических моделей, исследование режимов и параметров функционирования изделий машиностроения
2	Разработка математических моделей, практическое использование математического моделирования при разработке и анализе технологий изготовления машиностроительной продукции
3	Расчёт параметров и режимов производственных процессов с использованием методов теории массового обслуживания
4	Построение квалиметрических моделей технических объектов

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Образовательные технологии, необходимые для формирования компонентов компетенций в данной дисциплине, включают традиционные пассивные методы обучения, активные методы обучения и интерактивные методы.

Модель образовательного процесса базируется на деятельностном подходе к процессу обучения, т.е. основное внимание уделяется приобретению студентами знаний и освоению практических умений решения задач разработки и анализа математических моделей функционирования изделий и реализации технологических процессов.

Занятия проводятся по разработанному курсу лекций, практических занятий и индивидуальных заданий, которые студент обязан выполнить и защитить в ходе аудиторной и самостоятельной работы.

На лекциях студенты знакомятся со структурой и принципами построения и использования математических моделей в инженерной и исследовательской практике. Одновременно с изложением теоретического материала студенты приступают к практическому опыту анализа различных аспектов использования математического моделирования в конструкторско-технологической подготовке производства.

К пассивным методам обучения относятся лекции, во время которых производится передача теоретических знаний от преподавателя студентам, ходом занятий управляет преподаватель, студенты выступают в роли пассивных слушателей, при этом студенты усваивают знания, которые должны составлять основу для самостоятельных исследований и решения задач по тематике дисциплины.

К активным и интерактивным методам относятся практические занятия и самостоятельная работа, которые образуют взаимосвязанную систему углублённой проработки литературных источников, освоения умений и навыков самостоятельно решать задачи анализа и разработки математических моделей в конструкторско-технологической подготовке производства в машиностроении.

На практических занятиях студенты защищают отчёты по индивидуальным заданиям, текстовую и презентационные части которых разрабатываются при подготовке к практическим занятиям.

Взаимодействие преподавателя и студентов организуется в форме диалога. Студенты при этом являются активными участниками занятия, которое является тренингом, в котором основное внимание уделяется практической отработке изучаемого материала, обучающиеся имеют возможность развить и закрепить необходимые знания и навыки, сформировать свое отношение к собственному опыту и применяемым подходам.

Самостоятельная работа и практические занятия, основанные на активных формах индивидуальной деятельности (поиске и творческом усвоении материала дисциплины), является частью процесса формирования у студентов системного подхода к практическому использованию математического моделирования в проектно-конструкторской, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Контроль уровня сформированности компетенций производится как в процессе обучения в ходе текущего и промежуточного контроля знаний и умений, так и при итоговом контроле в виде зачёта.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или материалам конспектов лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Дьячко А. Г. Математическое и имитационное моделирование производственных систем / А. Г. Дьячко. - Москва: Изд-во МИСиС, 2007.	7
2	Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике : учебник для втузов / В. С. Зарубин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.	2
3	Крюков А. Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учебное пособие / А. Ю. Крюков, Б. Ф. Потапов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	49
4	Петраков Ю. В. Моделирование процессов резания : учебное пособие для вузов / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. - Старый Оскол: ТНТ, 2011.	5
5	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - М.: Физматлит, 2005.	14
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Крюков А. Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении : учебное пособие / А. Ю. Крюков, Б. Ф. Потапов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	49
2	Т. 1 / А.Ю. Албагачиев [и др.]. - Москва: , Издат. дом Спектр, 2013. - (Моделирование технологических процессов механической обработки и сборки : монография; Т. 1).	1
3	Т. 2 / А. А. Бондарев [и др.]. - Москва: , Издат. дом Спектр, 2014. - (Моделирование технологических процессов механической обработки и сборки : монография; Т. 2).	1
4	Теория резания: математическое моделирование и системный анализ / С. Г. Емельянов [и др.]. - Старый оскол: ТНТ, 2010.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		

1	Инженерно-физический журнал : научно-технический журнал / Национальная академия наук Республики Беларусь; Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова. - Минск: НАН Беларуси, 1958 - .	
2	Математическое моделирование : журнал / Российская академия наук; Институт математического моделирования. - Москва: Наука, 1989 - .	
3	Прикладная математика и механика : журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления. - Москва: Наука, 1933 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Международный стандарт инженерных расчетов	<a href="http://pts-russia.com/products/mathcad.html">http://pts-russia.com/products/mathcad.html</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Персональный компьютер	1
Лекция	Электронный проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	26
Практическое занятие	Электронный проектор	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------