

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 обслуживаемые 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 |
|---------------------------------------|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 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 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 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 |
| 2.2. Периодические издания | | |

| | | |
|---|--|--|
| 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 - . | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | 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 | http://pts-russia.com/products/mathcad.html | 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 | https://www.scopus.com/ |

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

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 |
|------------------------------|