

## **Б1.Б.Д.06 Математическое моделирование в мехатронике и робототехнике**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой	<b>Естественнонаучные дисциплины</b>		
Учебный план	15.04.06_МРм_2023.plx		
	Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника		
Направленность (профиль)	Мехатронные и робототехнические системы		
<b>Квалификация</b>	<b>магистр</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Объем дисциплины (модуля)	<b>4 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	144	Часов контактной работы всего, в том числе:	41,8
в том числе:		аудиторная работа	36
аудиторные занятия	36	текущие консультации по практическим занятиям	1,8
самостоятельная работа	72	консультации перед экзаменом	2
часов на контроль	36	прием экзамена	0,5
Промежуточная аттестация и формы контроля:		Взаимодействие по вопросам текущего контроля:	1,5
экзамен 1 РГР контрольные		расчетно-графическая работа	1
		контрольная работа	0,5

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36	36	36	36
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

**1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	Цель дисциплины: формирование у магистрантов углубленных профессиональных знаний о методах математического моделирования в мехатронике и робототехнике.
1.2	Задачи дисциплины: обучение математическому моделированию с помощью системного анализа, теории вероятностей, линейного программирования, дифференциальных уравнений; формирование умений и навыков постановки задач моделирования, построения моделей; обучение методике численного расчета для решения практических задач; формирование умений и навыков выбора оптимальных решений на основе анализа результатов математического моделирования.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б.Д
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Дисциплина базируется на основе сформированных компетенций, освоенных по программам высшего образования предыдущего уровня. У обучающихся должны быть сформированы: Знания основных понятий линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей и математической статистики; Умения использовать математические методы и модели при решении конкретных задач, а также пакеты прикладных программ; Владение опытом аналитического решения математических задач в объеме изученной ранее дисциплины "Математика" уровня бакалавриата и приемами программирования на простых языках.	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Проектирование мехатронных и робототехнических систем Учебная практика (научно-исследовательская работа) Производственная практика (научно-исследовательская работа) Государственная итоговая аттестация	

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>
<b>ОПК-1.3: Использует продвинутого физико-математического аппарата для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов</b>
<b>ОПК-1.2: Способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения сложных инженерных задач</b>

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	основные принципы математического описания процессов, используемых в профессиональной деятельности для решения сложных инженерных задач.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	разрабатывать математические модели явлений, процессов и объектов, для решения сложных инженерных задач в профессиональной деятельности; применять вычислительную технику для решения практических задач; проводить измерения, обрабатывать, представлять и анализировать результаты математического моделирования в профессиональной деятельности.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	навыками использования продвинутого физико-математического аппарата для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении сложных инженерных задач.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов (академических)	Компетенции	Литература	Активные формы
	<b>Раздел 1. Основные принципы и понятия математического моделирования</b>					
1.1	Основные принципы и понятия математического моделирования /Лек/	1	4	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э3 Э4	

1.2	Построение моделей систем. Отражение свойств системы в математической модели. Проверка адекватности моделей, анализ неопределенности и чувствительности. Имитационное моделирование, как метод проведения системных исследований. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
1.3	Изучение лекционного материала; проработка текущего материала по конспектам и учебной литературе; подготовка к практическим занятиям; текущий самоконтроль усвоения; решение задач и упражнений. /Ср/	1	8	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
	<b>Раздел 2. Аналитическое и численное моделирование</b>					
2.1	Основные понятия теории массового обслуживания Марковские системы массового обслуживания. Показатели эффективности систем массового обслуживания. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.2	Моделирование случайных марковских процессов с дискретным временем. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.3	Основные понятия теории массового обслуживания. Марковские системы массового обслуживания. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.4	Многоканальные системы массового обслуживания с отказами (задача Эрланга). /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.5	Одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.6	Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.7	Самостоятельное изучение теоретического и практического материала по темам: "Основные понятия теории массового обслуживания. Марковские системы массового обслуживания. Показатели эффективности систем массового обслуживания." Выполнение контрольной работы: "Моделирование случайных марковских процессов с дискретным временем" /Ср/	1	16	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.8	Понятие случайного процесса. Параметры и характеристики марковского случайного процесса. Марковские цепи с дискретным временем и конечным числом состояний. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.9	Моделирование марковской цепи с дискретным временем и конечным числом состояний. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.10	Однородные марковские цепи с непрерывным временем. Процесс гибели и размножения. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	

2.11	Моделирование систем массового обслуживания. Основные понятия. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.12	Моделирование многоканальной СМО с отказами. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.13	Моделирование одноканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.14	Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с неограниченной очередью. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.15	Многоканальная система массового обслуживания с ограниченным числом мест в очереди. Анализ эффективности работы системы массового обслуживания по стоимостным показателям. /Лек/	1	2	ОПК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Э1 Э3 Э4	
2.16	Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с ограниченным числом мест в очереди. /Пр/	1	2	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э3 Э4	Работа в группах. Решение задач на освоение методики
2.17	Изучение лекционного материала; проработка текущего материала по конспектам и учебной литературе; подготовка к практическим занятиям; текущий самоконтроль усвоения; решение задач и упражнений. Выполнение и защита РГР №1: "Моделирование случайных марковских процессов с непрерывным временем". Выполнение и защита РГР №2: "Моделирование систем массового обслуживания". Подготовка к промежуточной аттестации. /Ср/	1	48	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.18	Промежуточная аттестация /Экзамен/	1	36	ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фонд оценочных материалов по дисциплине (модулю), состоящий из ФОМ для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, разрабатывается по каждой дисциплине. Оценочные материалы размещаются на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт bb.usurt.ru), доступной через личный кабинет обучающегося.

Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок, примеры типовых заданий или иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков, используемых для промежуточной аттестации по дисциплине, приведен в приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 6.1.1. Основная учебная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л1.1	Медведева Н. В., Скачков П. П.	Методы математического моделирования систем: конспект лекций для магистрантов направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»	Екатеринбург: УрГУПС, 2014	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л1.2	Тарасик В. П.	Математическое моделирование технических систем: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Л1.3	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2021	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

#### 6.1.2. Дополнительная учебная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л2.1	Охорзин В. А.	Прикладная математика в системе MATHCAD	Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Л2.2	Лесин В. В., Лисовец Ю. П.	Основы методов оптимизации	Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л3.1	Медведева Н. В.	Методы математического моделирования систем: методические рекомендации по организации самостоятельной работы, проведению контрольных и расчетно-графических работ для магистрантов направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»	Екатеринбург: УрГУПС, 2014	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>
Л3.2	Медведева Н. В., Скачков П. П.	Методы математического моделирования систем: методические рекомендации по проведению практических занятий для магистрантов направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»	Екатеринбург: УрГУПС, 2014	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Электронно-библиотечная система Лань ( <a href="http://www.lanbook.ru">http://www.lanbook.ru</a> )
Э2	Образовательный математический сайт Exponenta.ru ( <a href="http://old.exponenta.ru">old.exponenta.ru</a> )
Э3	Система электронной поддержки обучения Blackboard Learn ( <a href="http://bb.usurt.ru">bb.usurt.ru</a> )
Э4	Научно-методическая библиотека МИИТа ( <a href="http://library.mii.ru/show_methodics1.php">library.mii.ru/show_methodics1.php</a> )

#### 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

##### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Неисключительные права на ПО Windows
6.3.1.2	Неисключительные права на ПО Office
6.3.1.3	Mathcad
6.3.1.4	Matlab
6.3.1.5	Система электронной поддержки обучения Blackboard Learn

##### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

6.3.2.1	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте АСПИ ЖТ (профессиональная БД)
6.3.2.2	ЭБС eLibrary, содержит электронные версии российских научно-технических журналов, по адресу <a href="http://www.elibrary.ru/">www.elibrary.ru/</a>
6.3.2.3	Интерактивный справочник по математике, физике, химии (ИСС открытого доступа, <a href="https://www.fxzyz.ru">https://www.fxzyz.ru</a> ).
6.3.2.4	Мир математических уравнений (ИСС открытого доступа, <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm</a> )
6.3.2.5	MathTree - каталог математических интернет-ресурсов (ИСС открытого доступа, <a href="http://www.mathtree.ru">http://www.mathtree.ru</a> ).
6.3.2.6	Образовательный математический сайт Exponenta.ru (БД и ИСС открытого доступа по решению математических и прикладных задач в среде математических пакетов Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, Statistica, <a href="http://www.old.exponenta.ru">http://www.old.exponenta.ru</a> )

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Назначение	Оснащение
------------	-----------

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная мебель Демонстрационное оборудование - Комплект мультимедийного оборудования Учебно-наглядные пособия - презентационные материалы
Лаборатория "Математическое моделирование". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы. Компьютерный класс.	Специализированная мебель Компьютерная техника с установленным лицензионным ПО, предусмотренным пунктом 6.3.1 РПД, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель
Компьютерный класс - Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель Компьютерная техника с установленным лицензионным ПО, включая ПО АСТ-Тест, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Читальный зал Информационно-библиотечного центра ИБК УрГУПС - Аудитория для самостоятельной работы	Специализированная мебель Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Специализированная мебель
Компьютерный класс - Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов	Специализированная мебель Компьютерная техника с установленным лицензионным ПО, предусмотренным пунктом 6.3.1 РПД, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Учебная аудитория для проведения практических занятий (занятий семинарского типа)	Специализированная мебель
Центр тестирования - Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель Моноблоки с установленным лицензионным ПО, включая ПО АСТ-Тест, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета

#### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Обучающемуся рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания (необходимо иметь при себе персонализированную электронную карту и уметь пользоваться электронным каталогом «ИРБИС»).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки, в компьютерных классах, в помещениях для самостоятельной работы обучающихся со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий.

Комплект учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренной рабочей программой дисциплины (модуля), размещен на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)), доступной через личный кабинет обучающегося. Перечень учебно-методических материалов (учебно-методического обеспечения) для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине указан по темам дисциплины в разделе 4 РПД "Структура и содержание дисциплины (модуля)", материалы размещены на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru))

Методические материалы, разработанные для обеспечения образовательного процесса представлены в электронном каталоге УрГУПС.

Для закрепления теоретического материала в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)) размещены тестовые материалы. Число тренировочных попыток ограничено. Тестовые материалы сформированы в логической последовательности в соответствии с изученными темами. Самостоятельная работа, связанная с выполнением контрольной работы, расчетно-графических работ организована таким образом, чтобы обучающиеся имели возможность получать обратную связь о результатах их выполнения по мере готовности до начала промежуточной аттестации. Для этого контрольная работа, расчетно-графические работы направляются в адрес преподавателя, который проверяет их и возвращает обучающемуся с комментариями. Совместная деятельность преподавателя и обучающихся по проверке выполнения мероприятий текущего контроля, предусмотренных рабочей программой дисциплины (модуля) организована в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)). Для корректной работы в системе обучающиеся в разделе "Личные сведения" должны ввести актуальный адрес своей электронной почты. Требования к объему и содержанию контрольной работы, расчетно-графических работ, а также качеству их выполнения идентичны для обучающихся всех форм обучения.

Формы самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине разнообразны. Они включают в себя:

- изучение теоретического материала (учебной, научной, методической литературы, материалов периодических изданий);
- подготовку к занятиям, предусмотренным РПД, мероприятиям текущего контроля, промежуточной аттестации и т.д.

Выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам обучающийся должен в соответствии с календарным планом изучения дисциплины, видами и сроками отчетности.

При выполнении самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется руководствоваться учебно-методическими материалами, размещенными на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)), а также учебно-методическими материалами, которые указаны для самостоятельной работы по темам дисциплины в разделе 4 РПД "Структура и содержание дисциплины (модуля)".

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения освоение дисциплины (модуля) осуществляется в электронно-информационной образовательной среде (образовательная платформа электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru))) в рамках созданного курса, что позволяет реализовывать асинхронное и синхронное взаимодействие участников образовательных отношений.