

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



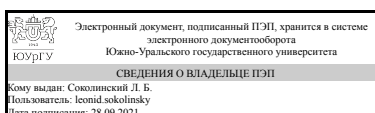
А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.04 Математическое моделирование  
для направления 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника  
уровень аспирант тип программы  
направленность программы  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системное программирование

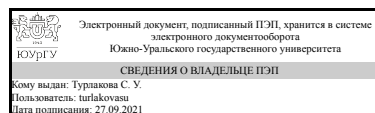
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 890

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



Л. Б. Соколинский

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



С. У. Турлакова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Математическое моделирование является формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний в области математического моделирования. Задачи дисциплины: расширить представления о возможностях математического моделирования, классификации математических моделей и области их применимости; продемонстрировать, на какие принципиальные качественные вопросы может ответить математическая модель; выработать практические навыки декомпозиции, абстрагирования при решении задач в различных областях профессиональной деятельности.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование» обеспечивает подготовку аспирантов к исследованию различных процессов, объектов и сложных систем для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем с использованием математического моделирования как универсального метода формализации знаний независимо от уровня организации моделируемых объектов. Краткое содержание дисциплины: Процессы и их свойства. Случайные системы. Модели информационных процессов. Статистическое моделирование систем. Модели физических процессов и систем. Математические модели в биологии. Модели экономических процессов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
	Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; осуществлять библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; решать научно-исследовательские задачи с использованием современных методов отрасли научного знания; использовать достижения смежных наук в своих исследованиях.
	Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; современными методами сбора, обработки и использования научной информации по исследуемой проблеме; методами научного

	<p>познания в самостоятельной научно-исследовательской деятельности; навыками создания научного текста с учетом его формальных и содержательных характеристик по результатам самостоятельного исследования; применения современных информационных технологий при проведении научных исследований.</p>
<p>ОПК-2 владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать: классификацию и типы математических моделей физических, биологических, химических, экономических и социальных явлений; методы анализа и обработки исследовательских данных; требования к оформлению результатов научных исследований.</p>
	<p>Уметь: осуществлять библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; решать научно-исследовательские задачи с использованием современных методов отрасли научного знания; использовать достижения смежных наук в своих исследованиях; формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель; уметь применять процедуру агрегирования при разработке сложных моделей; проводить оценку научной и практической значимости результатов научных исследований.</p>
	<p>Владеть: методами научного познания в самостоятельной научно-исследовательской деятельности навыками создания научного текста с учетом его формальных и содержательных характеристик по результатам самостоятельного исследования; применения современных информационных технологий при проведении научных исследований; навыками ведения научной дискуссии в соответствии с законами логики и правилами аргументирования.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>П.1.В.01 Теория и методика профессионального образования, П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента</p>	<p>П.1.В.05 Методы оптимизации естественно-научных и технических задач, Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (8 семестр), Научно-исследовательская деятельность (4 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр), Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (7 семестр),</p>

	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (5 семестр)
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
П.1.В.03 Статистическая обработка данных, стохастический анализ и планирование эксперимента	Для усвоения курса необходимо владеть навыками планирования экспериментов с использованием различных критериев, умениями выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида, проводить статистическую обработку и анализ полученных данных.
П.1.В.01 Теория и методика профессионального образования	Для усвоения курса необходимо иметь представление о вопросах профессионального обучения, подготовки, переподготовки и повышения квалификации во всех видах и уровнях образовательных учреждений, предметных и отраслевых областях.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	0	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	72	72
Подготовка к экзамену	27	27
Подготовка доклада и презентации	10	10
Выполнение задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения	16	16
Повторение ранее изученного материала	9	9
Выбор темы и подготовка реферата	10	10
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объём аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР

1	Процессы и их свойства	2	0	2	0
2	Случайные системы	2	0	2	0
3	Модели информационных процессов	4	0	4	0
4	Статистическое моделирование систем	4	0	4	0
5	Модели физических процессов и систем	8	0	8	0
6	Математические модели в биологии	8	0	8	0
7	Модели экономических процессов	8	0	8	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Процессы и их свойства	2
2	2	Случайные системы	2
3-4	3	Модели информационных процессов	4
5-6	4	Статистическое моделирование систем. Моделирование процессов с заданным законом распределения. Статистические испытания надежности систем	4
7-8	5	Модели физических процессов и систем. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике	4
9-10	5	Модели физических процессов и систем. Моделирование датчиков при входном сигнале и аддитивном шуме	4
11-12	6	Математические модели в биологии. Динамика биологических популяций. Логистическое уравнение. Модели сосуществования двух видов	4
13-14	6	Математические модели в биологии. Межвидовая конкуренция. Взаимоотношения типа «хищник-жертва». Модель Лотки-Вольтерра и ее обобщения	4
15-16	7	Модели экономических процессов. Модели экономического равновесия. Модели экономического роста. Конъюнктурные циклы в экономике	4
17-18	7	Эконометрическое моделирование	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Повторение ранее изученного материала	1. ЭУМД, осн.лит. 1, гл.1, гл.8-10. 2. ПУМД, осн.лит. 1, гл.1	9
Выбор темы и подготовка реферата	1. ЭУМД, метод.пособие, гл.2, с.58-171; 2. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине	10
Подготовка доклада и презентации	1. ЭУМД, метод.пособие, гл.2, с.58-171; 2.	10

	Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине	
Подготовка к экзамену	1. ПУМД, осн.лит. 1, гл.1, гл.4-5. 2. ПУМД, осн.лит. 2, гл. 1, гл.7	27
Выполнение задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения	1. ЭУМД, доп.лит. 4, гл.2-4, гл.6. 2. ЭУМД, осн.лит. 2, гл.10, с. 332-340. 3. ЭУМД, доп.лит. 3, гл. 11, с. 674-726. 4. ПУМД, доп.лит 1, гл.8	16

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
консультирование обучающихся посредством программного пакета Skype и использование в этих целях социальных сетей	Практические занятия и семинары	консультирование обучающихся по подготовке доклада и реферата	4
подготовка и использование дистанционного курса по дисциплине в Электронном ЮУрГУ	Практические занятия и семинары	Целенаправленный, организованный процесс взаимодействия студентов с преподавателем и между собой для работы в малых группах и выполнения домашних заданий с использованием корпоративной электронной почты и дистанционного курса ( <a href="http://edu.susu.ru/main/course/view.php?id=1869">http://edu.susu.ru/main/course/view.php?id=1869</a> ). Размещение презентаций к занятиям, докладов аспирантов и последующее их обсуждение в виде форума, выполнение тестовых заданий, проверка и оценивание самостоятельно выполненных аспирантами заданий	12

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Изучение опыта работы ЮУрГУ по выполнению цикла научных исследований сложных процессов и явлений и инновационных разработок по широкому спектру направлений науки и техники в Центре компьютерного инжиниринга и лаборатории суперкомпьютерного моделирования.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля	№№ заданий
--------------	---------------------------------	--------------	------------

разделов дисциплины		(включая текущий)	
Все разделы	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	проверка решения задач	Задачи по изучаемым темам 1-6
Все разделы	ОПК-2 владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	оценка доклада, презентации, реферата	проверка доклада, презентации, реферата
Все разделы	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	промежуточная аттестация (экзамен)	1 вопрос
Все разделы	ОПК-2 владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	промежуточная аттестация (экзамен)	2 вопрос

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
проверка решения задач	Проверка выполнения задач для самостоятельной работы, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения (Matlab, MathCad и пр.)	Зачтено: умение строить на основе описания ситуаций математические модели физических, биологических, химических, экономических и социальных явлений; базовые классические модели профессиональной деятельности; применять процедуру агрегирования при разработке сложных моделей; анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты; прогнозировать на основе стандартных математических моделей развитие процессов и явлений. Владение современными информационно-коммуникационными технологиями; навыками построения алгоритмов решения формализованных практических задач; использования современного прикладного программного обеспечения при исследовании математических моделей. Не зачтено: Невыполнение заданий для самостоятельной работы за семестр. Грубые ошибки при выполнении практических заданий и самостоятельной работы. Неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения.
оценка доклада, презентации,	Оценивание доклада и участия в дискуссии; проверка оформления	Отлично: умение представлять результаты аналитической и исследовательской

реферата	реферата	<p>работы в виде выступления, доклада, информационного обзора, аналитического отчета, статьи; формировать систему рабочих гипотез (постулатов) модели и построить содержательную модель; проводить оценку научной и практической значимости результатов научных исследований; осуществлять библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий; решать научно-исследовательские задачи с использованием современных методов отрасли научного знания; использовать достижения смежных наук в своих исследованиях. Владение современными методами сбора, обработки и использования научной информации по исследуемой проблеме; методами научного познания в самостоятельной научно-исследовательской деятельности; навыками создания научного текста с учетом его формальных и содержательных характеристик по результатам самостоятельного исследования; применения современных информационных технологий при проведении научных исследований; навыками ведения научной дискуссии в соответствии с законами логики и правилами аргументирования.</p> <p>Хорошо: незначительные недочеты в оформлении презентации к докладу и реферата; недостаточно структурированный материал доклада; слабые навыки публичных выступлений.</p> <p>Удовлетворительно: неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении доклада, существенные недостатки в оформлении реферата</p> <p>Неудовлетворительно: непоследовательное, нелогичное изложение доклада, отсутствие ответов на поставленные вопросы или отсутствие навыка ведения научной дискуссии, существенные недостатки в оформлении реферата</p>
промежуточная аттестация (экзамен)	<p>Экзамен проводится в устно-письменной форме. Аспирант должен подготовить в течение 45 минут ответы на вопросы в выбранном билете. Оценка может быть выставлена по результатам письменного ответа при условии успешного прохождения всех</p>	<p>Отлично: исчерпывающие, грамотные ответы на поставленные вопросы, владение навыками и приемами решения практических задач; точные, полные математические описания моделей, правильные преобразования и выкладки.</p> <p>Хорошо: владение необходимыми приемами решения задач, при этом в</p>



	контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости.	<p>ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках.</p> <p>Удовлетворительно: знание только основного материала, неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала и трудности в выполнении практических заданий.</p> <p>Неудовлетворительно: ответ не по существу вопроса, ошибки, неправильные формулировки понятий, неуверенное, с большими затруднениями решение практических задач.</p>
--	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
проверка решения задач	<p>Список вопросов в приложении.</p> <p>Контрольные вопросы для текущего контроля.pdf</p>
оценка доклада, презентации, реферата	<p>Практическая значимость представленных результатов.</p> <p>Публикации докладчика по представленной теме.</p> <p>Примерные темы докладов.pdf</p>
промежуточная аттестация (экзамен)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и принципы математического моделирования.</li> <li>2. Моделирование, как метод научного познания.</li> <li>3. Классификация моделей. Различные подходы к классификации.</li> <li>4. Предметная область и математический аппарат.</li> <li>5. Роль классификации в методологии математического моделирования.</li> <li>6. Этапы построения математической модели</li> <li>7. Функциональные и структурные модели.</li> <li>8. Различные подходы к выбору подсистем.</li> <li>9. Роль декомпозиции. Элементарный уровень декомпозиции и бесструктурные элементы.</li> <li>10. Модель черного ящика, системы типа «вход – выход».</li> <li>11. Связь структурных и функциональных моделей.</li> <li>12. Дискретные и непрерывные модели.</li> <li>13. Предельные переходы: континуализация и дискретизация моделей.</li> <li>14. Динамические и статические модели.</li> <li>15. Непрерывные динамические модели.</li> <li>16. Зависимость от предыстории, «память» системы, время релаксации.</li> <li>17. Квазистатическое приближение.</li> <li>18. Статические модели.</li> <li>19. Детерминированные и стохастические модели.</li> <li>20. Реальные системы, их модели и ограниченность детерминированного описания.</li> <li>21. Недоопределенные модели и стохастический метод описания.</li> <li>22. Модели случайных воздействий: винеровские процессы и белый шум</li> </ol> <p>ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА.pdf; промежуточная аттестация.pdf</p>

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры Моногр. А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2005. - 316 с.
2. Краснощеков, П. С. Принципы построения моделей Текст П. С. Краснощеков, А. А. Петров. - М.: Издательство МГУ, 1983. - 264 с. ил.

### б) дополнительная литература:

1. Мышкис, А. Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы Текст А. Д. Мышкис. - 3-е изд, доп. - М.: Физматлит, 2007. - 687 с. ил.

### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Известия Российской Академии наук. Механика жидкости и газа науч. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Учреждение Рос. акад. наук Ин-т проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского журнал
2. Реферативный журнал. Авиационные и ракетные двигатели. 34. [Текст] : авт. указ. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ)
3. Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование
4. Вестник ЮУрГУ. Серия: Математика. Механика. Физика.
5. Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика
6. Реферативный журнал. Техническая кибернетика. 81. [Текст] : отд. вып. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ)
7. Реферативный журнал. Автоматика и вычислительная техника. 01. : свод. том / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ)
8. Математическое моделирование : ежемес. журн. / Рос. акад. наук, Отд-ние мат. наук, Ин-т мат. моделирования РАН
9. Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление и радиоэлектроника

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания.pdf

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

2. Методические указания.pdf

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный до-

				ступ)
1	Основная литература	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4324">http://e.lanbook.com/book/4324</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2009. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/294">http://e.lanbook.com/book/294</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Поршнева, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/650">http://e.lanbook.com/book/650</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Мелик-Гайказян, И.В. Методология моделирования нелинейной динамики сложных систем. [Электронный ресурс] / И.В. Мелик-Гайказян, М.В. Мелик-Гайказян, В.Ф. Тарасенко. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2000. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59275">http://e.lanbook.com/book/59275</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Андреев, Г.И. Основы научной работы и методология диссертационного исследования. [Электронный ресурс] / Г.И. Андреев, В.В. Барвиненко, В.С. Верба, А.К. Тарасов. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2012. — 296 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/28348">http://e.lanbook.com/book/28348</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	428 (1)	мультимедийное оборудование