

Рубцовский индустриальный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ТФ

А.В. Сорокин

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.4 «Системы имитационного моделирования»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **15.03.05
Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

Направленность (профиль, специализация): **Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	преподаватель	А.С. Шевченко
Согласовал	Зав. кафедрой «ТиТМПП»	В.В. Гриценко
	руководитель направленности (профиля) программы	В.В. Гриценко

г. Рубцовск

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	методы, способы и средства сбора, хранения, обработки информации; назначение информационных технологий и процессов; основные информационно-коммуникационные технологии и основные требования информационной безопасности;	решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры; использовать современные программные средства при решении стандартных задач профессиональной деятельности;	основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации; навыками обработки информации с помощью программных средств; навыками работы с прикладным программным обеспечением; навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий;
ОПК-3	способность использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	современные информационные технологии и системы имитационного моделирования при решении задач профессиональной деятельности; классификацию инструментальных средств имитационного моделирования;	выбирать современные информационные технологии и прикладные программные средства имитационного моделирования при решении задач профессиональной деятельности;	навыками применения современных информационных технологий и программных средств имитационного моделирования при решении задач профессиональной деятельности;
ПК-11	способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного	методы моделирования; стандартные пакеты, средства автоматизированного проектирования, алгоритмическое и программное обеспечение средств	использовать существующие системы имитационного моделирования для постановки и решения математической модели	методами составления динамической модели физического объекта из стандартных библиотечных блоков систем имитационного

	проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств	и систем машиностроительных производств;	технического объекта; выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;	моделирования; средствами автоматизированного проектирования объектов машиностроительных производств;
--	---	--	--	---

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информатика, Математика, Теоретическая механика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Автоматизация производственных процессов в машиностроении, Автоматизированные системы управления производством, Методы и техника эксперимента, Теория автоматического управления

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	32	0	60	57

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Лекционные занятия (16ч.)

1. Методологические основы имитационного моделирования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,4,8,9,10] Моделирование как научный метод. Исходные понятия и определения. Классификация моделей и моделирования. Требования, предъявляемые к моделям. Компьютерное моделирование. Системный анализ и этапы имитационного моделирования сложных систем. Основные направления и перспективы развития имитационного моделирования. Преимущества и недостатки имитационного моделирования.

2. Инструментальные средства имитационного моделирования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5,8,9,10] Выбор инструментального средства для построения имитационной модели. Классификация инструментальных средств имитационного моделирования. Современные системы имитационного моделирования. Стандартные пакеты и средств автоматизированного проектирования для имитационного моделирования продукции и объектов машиностроительных производств. Выбор современных информационных технологии и прикладных программных средств имитационного моделирования при решении задач профессиональной деятельности.

3. Технологии статистического моделирования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,8,9,10] Метод статистического моделирования. Особенности формализации концептуальной модели. Механизмы представления поведения системы. Механизмы задания модельного времени.

Представление случайных факторов в имитационной модели. Вероятностные характеристики случайных величин. Функциональное преобразование случайной величины. Датчики случайных и псевдослучайных чисел. Моделирование случайных величин, событий и процессов. Статистическое моделирование как простейший вид имитационного моделирования. Управление модельным временем.

4. Дискретно-событийное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,6,8,9,10] Применение теории массового обслуживания для решения производственных задач в машиностроении. История развития систем массового обслуживания. Основные понятия и компоненты систем массового обслуживания. Потoki событий и их характеристики. Классификация систем массового обслуживания. Случайный процесс. Граф состояний. Марковский процесс. Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процесс гибели и размножения. Системы массового обслуживания с отказами (без очереди). Системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Замкнутые средства массового обслуживания. Расчет предельных вероятностей и показателей эффективности систем массового обслуживания. Оптимизация систем массового

обслуживания. Моделирование систем массового обслуживания.

5. Планирование экспериментов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[7,9,10] Основные понятия планирования эксперимента. Факторное пространство, классификация факторов и типы планов экспериментов. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Основные принципы планирования эксперимента. Цели планирования экспериментов. Стратегическое планирование эксперимента и его этапы. Тактическое планирование эксперимента. Формальный подход к сокращению общего числа прогонов. Точность и количество реализаций модели при определении средних значений параметров. Точность и количество реализаций модели при определении вероятностей исходов. Точность и количество реализаций модели при зависимом ряде данных. Проблема начальных условий.

6. Обработка результатов имитационного эксперимента. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,7,9,10] Характеристики случайных величин и процессов. Требования к оценкам характеристик. Оценка характеристик случайных величин и процессов. Гистограмма. Обработка и анализ результатов эксперимента на основе регрессионного анализа. Основные понятия классического регрессионного анализа. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Статистический анализ уравнения регрессии. Критерий Фишера. Обработка и анализ результатов эксперимента на основе дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ.

Лабораторные работы (32ч.)

1. Моделирование случайных чисел с заданным законом распределения.(2ч.) [1,2,8,9,10] Изучение методов моделирования случайных величин с различными законами распределения и проверки их качества, наиболее часто используемых при имитационном моделировании объектов машиностроительных производств. Моделирование случайных чисел с заданным законом распределения с использованием современных информационных технологий и прикладных программных средств имитационного моделирования.

2. Метод статистических испытаний Монте-Карло(4ч.)[2,8,9,10] Изучение метода Монте-Карло (метода статистических испытаний) на примере вычисления площади и объема заданной фигуры с использованием стандартных пакетов. Проведение оценки точности результатов, полученных методом Монте-Карло.

3. Моделирование систем массового обслуживания(8ч.)[1,2,5,6,8,9,10] Моделирование дискретно-событийных процессов в машиностроении с использованием систем имитационного моделирования. Изучение методики моделирования гибкой производственной системы с использованием систем массового обслуживания. Одноканальная СМО с детерминированным потоком заявок без очереди и с очередью. Многоканальные СМО без очереди и с очередью. Проведение анализа систем массового обслуживания.

4. Планирование эксперимента. Анализ и интерпретация результатов

моделирования.(6ч.)[5,7,9,10] Изучение и освоение методики составления и практической реализации плана первого порядка полного факторного эксперимента в машиностроительных производствах с использованием современных информационных технологий и прикладных программных средств. Определение факторов. Определение основного, нижнего и верхнего уровней факторов, а также интервала варьирования. Кодирование факторов и составление плана полного факторного эксперимента и матрицы планирования. Реализация матрицы планирования, предварительно рандомизируя проведение опытов во времени. Расчет коэффициентов регрессии и проверка их значимости. Проверка гипотезы адекватности найденной линейной модели, связывающей средне-арифметическое отклонение с независимыми факторами. Переход к физическим переменным.

5. Построение регрессионных моделей систем.(6ч.)[2,3,6,9,10] Моделирование технологических процессов машиностроительного производства с помощью регрессионных моделей с использованием современных информационных технологий и систем моделирования. Оценка неизвестных параметров предлагаемой к исследованию регрессионной модели. Проведение статистической значимости параметров модели. Проверка адекватности модели. Оценка точности модели. Построение однофакторных и многофакторных моделей.

6. Оптимизация на имитационных моделях.(6ч.)[3,7,9,10] Оптимизация объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и систем имитационного моделирования. Выбор метода поиска оптимального решения в зависимости от особенностей исследуемого объекта и применение его для получения «наилучших» характеристик или вариантов поведения объекта или воздействия на него.

Самостоятельная работа (60ч.)

1. Подготовка к защите лабораторных работ.(56ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] Изучение конспекта лекций, основной и дополнительной литературы по всем темам курса. Подготовка ответов на вопросы к лабораторным работам.

2. Подготовка к зачету.(4ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10] Проработка вопросов к промежуточной аттестации.

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Дробязко О. Н. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ» направления

230100 «Информатика и вычислительная техника»/О. Н. Дробязко.– Барнаул: АлтГТУ, 2013.- 42 с. URL: <http://elib.altstu.ru/eum/download/sapr/Drobjazko-MMS.pdf>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Лисяк, Н.К. Моделирование систем : учебное пособие / Н.К. Лисяк, В.В. Лисяк ; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – Ч. 1. – 107 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499733> (дата обращения: 10.12.2020).

3. Мухутдинов, А.Р. Основы моделирования и оптимизации материалов и процессов в Microsoft Excel : учебное пособие / А.Р. Мухутдинов, З.Р. Вахидова, М.Р. Файзуллина ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 172 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560915> (дата обращения: 10.12.2020).

4. Эльберг, М.С. Имитационное моделирование : учебное пособие / М.С. Эльберг, Н.С. Цыганков ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497147> (дата обращения: 10.12.2020).

6.2. Дополнительная литература

5. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — ISBN 5-94074-219-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1213> (дата обращения: 27.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Салмина, Н.Ю. Моделирование систем : учебное пособие / Н.Ю. Салмина ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Эль Контент, 2013. – Ч. 2. – 113 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480614> (дата обращения: 10.12.2020).

7. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2016. – 271 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (дата обращения: 10.12.2020).

8. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие : [16+] / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. – 116 с. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371> (дата обращения: 10.12.2020).

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – СПб.: Издательство Лань. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.

10. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека Online» [Электронный ресурс]. – М.: Издательство «Директ-Медиа». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Microsoft Office
3	Windows
4	Яндекс.Браузер
5	GPSS World
6	Maxima
7	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог

изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
лаборатории
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Системы имитационного моделирования»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-2: способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ОПК-3: способность использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-11: способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Показатели оценивания компетенций представлены в разделе «Требования к результатам освоения дисциплины» рабочей программы дисциплины «Системы имитационного моделирования» с декомпозицией: знать, уметь, владеть.

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Системы имитационного моделирования» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент проявил знание программного материала, демонстрирует сформированные (иногда не полностью) умения и навыки, указанные в программе компетенции, умеет (в основном) систематизировать материал и делать выводы	25-100	<i>Зачтено</i>

Студент не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать выводы, четко и грамотно отвечать на заданные вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями	0-24	<i>Не зачтено</i>
---	------	-------------------

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

№ пп	Вопрос/Задача	Проверяемые компетенции
1	Блок вопросов. Используя способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности, ответьте на вопросы: Что такое формализация имитационной модели? Что такое проверка адекватности модели?	ОПК-2
2	Блок вопросов. Используя знания о прикладных программных средствах для решения задач в системе имитационного моделирования, ответьте на вопросы: Что такое имитационная модель и из чего она состоит? Что такое статическое и динамическое представление моделируемой системы?	ОПК-3
3	Блок вопросов. Используя знания в моделировании продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов, и средств автоматизированного проектирования, ответьте на вопросы: Что такое методологический подход к построению дискретных имитационных моделей? Какую классификацию языков и систем моделирования вы знаете?	ПК-11
4	Блок задач (практических заданий) Применяя способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности проверьте адекватность модели. Применяя способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности проведите анализ результатов моделирования.	ОПК-2
5	Блок задач (практических заданий) Применяя современные прикладные программные средства постройте общую технологическую схему модели. Применяя современные прикладные программные средства примените метод статистического моделирования на ЭВМ.	ОПК-3

6	Блок задач (практических заданий) Применяя знания в моделировании продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, постройте дискретную имитационную модель	ПК-11
---	--	-------

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.