

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.10.2023 18:41:41
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор политехнического института
/И.В. Нагорнова/
«30» июня 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование технологических процессов»**

Направление подготовки

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль «**Промышленный инжиниринг**»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

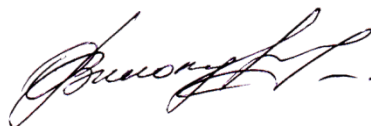
Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2022 г.

Программу составила:

доцент, к.т.н.



/Винокурова О.А./

Программа утверждена на заседании кафедры «Полиграфические системы»
«23» июня 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой

к. т. н.



/Суслов М.В. /

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Моделирование технологических процессов» является формирование у обучающихся знаний о теоретических основах и методологии компьютерного и численного аналитического моделирования применительно к машинам, системам и технологическим процессам.

Задачами изучения дисциплины являются:

- определение структуры, параметров при разработке оборудования, технических систем, технологических процессов;
- овладение методами компьютерного моделирования при проектировании деталей машин и оборудования, при создании математических моделей машин, приводов, оборудования;
- применение методов аналитического моделирования управленческих и технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОП магистерской программы

Дисциплина «Моделирование технологических процессов» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана профиля 15.04.02 «Промышленный инжиниринг» подготовки магистров. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически дисциплинами и практиками образовательной программы направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Промышленный инжиниринг»).

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки магистров

- Математика (уровень бакалавриата или специалитета),
- Информационные технологии в научной и профессиональной деятельности,
- САПР в профессиональной деятельности,

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируется компетенция и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап её формирования:

Код компетенции	Результаты освоения (Содержание компетенции и индикатора достижения)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИОПК-5.1. Применяет методы компьютерного моделирования при проектировании деталей машин и оборудования. ИОПК-5.2. Применяет методы аналитического моделирования управленческих и технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часов (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов).

Изучение дисциплины проводится на первом и втором курсе во 2-ом семестре и 3-ем семестре: аудиторная работа – 36 часов. Лекционные занятия – 18 часов. Практические работы - 18 часов, внеаудиторная самостоятельная работа – 108 часов, форма промежуточной аттестации – зачет.

Общая трудоёмкость дисциплины по видам работы формам обучения распределяется следующим образом:

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах							Форма итогового контроля
			Всего час./зач.ед	Аудиторных часов(контактная работа)	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль (промежуточная аттестация)	
Очная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Очно-заочная	1	2	72	18	6	12	–	54	–	зачет
	2	3	72	18	4	14	–	54	–	зачет
Заочная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	36
Лекции	10
Практические и семинарские занятия	26
Лабораторные работы	–
Самостоятельная работа (всего), в том числе контроль	108

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма текущего контроля успеваемости
1.	Введение. Тема 1. Современные проблемы моделирования систем. Моделирование как метод научного познания. Основные понятия теории моделирования.	Использование моделирования при проектировании сложных систем. Перспективы развития методов и средств моделирования систем. Классификация видов моделирования систем. Основные подходы к построению математических моделей систем.	Ответы на вопросы теоретической части Доклад (сообщение)
2.	Тема 2. Задача линейного	Задача линейного программирования. Моделирование производствен-	Ответы на вопросы теоретической

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма текущего контроля успеваемости
	программирования.	ных процессов методом линейного программирования. Графический метод.	части. Задание практической работы, защита.
3.	Тема 3. Симплекс- метод решения задачи линейного программирования. Количество базисных переменных равно количеству уравнений.	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Задача с количеством базисных переменных, равных количеству уравнений.	Ответы на вопросы теоретической части. Задание практической работы, защита.
4.	Тема 4. Параметрическая идентификация характеристик устройства	Параметрическая идентификация характеристик устройства методом наименьших квадратов	Ответы на вопросы теоретической части. Задание практической работы, защита.
5.	Тема 5. Метод статистического математического моделирования.	Метод статистического математического моделирования. Законы распределения случайных величин. Точечные оценки.	Ответы на вопросы теоретической части. Доклад (сообщение)
6.	Тема 6. Классификация видов моделирования. Программные среды моделирования	Классификация видов моделирования. Программные среды моделирования	Ответы на вопросы теоретической части. Доклад (сообщение)
7.	Тема 7. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем	Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Формулировка практических задач теории массового обслуживания (теории очередей). Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).	Ответы на вопросы теоретической части. Доклад (сообщение)
8.	Тема 8. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Одноканальная СМО	Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью. Моноканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью.	Ответы на вопросы теоретической части. Задание практической работы, защита.
9.	Тема 9. Моделирование процессов надежности и ремонта оборудования	Моделирование процессов надежности и ремонта оборудования методами теории массового обслуживания. Вероятностные модели без взаимопомощи и с взаимопомощью.	Ответы на вопросы теоретической части. Задание практической работы, защита.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма текущего контроля успеваемости
10.	Тема 10. Программное обеспечение для моделирования объектов	Программное обеспечение для моделирования объектов: инструменты для описания, создания 3-D моделей и компьютерной анимации, для обработки изображений и работы с компьютерной графикой.	Ответы на вопросы теоретической части. Доклад (сообщение)
11.	Тема 11 Имитационное моделирование основные положения и определения	Имитационное моделирование основные положения и определения. Виды имитационных экспериментов	Ответы на вопросы теоретической части. Задание практической работы, защита.
12.	Тема 12. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.	Ответы на вопросы теоретической части. Доклад (сообщение)

Подробная структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- проведение практических занятий;
- подготовка к выполнению и выполнение индивидуальных заданий практических работ;
- подготовка отчетов и защита результатов выполненных работ;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме внеаудиторного контроля в системе LMS.
- подготовка доклада (сообщения).

При проведении лекционных и лабораторных занятий, промежуточной и семестровой аттестации по дисциплине «Моделирование технологических процессов» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. На практических занятиях использовать современные программные среды, применяемое для моделирования систем и процессов, что позволяет формировать практические навыки.
2. В течение семестра в рамках самостоятельной работы обучающиеся выполняют индивидуальные задания (индивидуальный вариант контрольного расчетного задания в практической работе).
3. Проведение лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций, целесообразно осуществлять с использованием слайдов, подготовлен-

ных в программе Microsoft Power Point. Лекционная часть проводится в форме онлайн конференций в системе Webinar.ru по ссылке, указанной в расписании учебных занятий.

4. Самостоятельная проработка дополнительного материала выполняется на площадке дистанционного обучения Московского Политеха <https://online.mospolytech.ru>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов: оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, подготовка к выполнению практических, контрольных работ и их оформление, изучение дополнительного материала и подготовка сообщений по темам.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, оценка активности при выполнении индивидуальных заданий практических работ.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, заданий практических работ, приведены в приложении 2.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов
--

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ИОПК-5.1. Применяет методы компьютерного моделирования при проектировании деталей машин и оборудования.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие ИОПК-5.1.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие ИОПК-5.1. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие ИОПК-5.1. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие ИОПК-5.1. Свободно оперирует приобретенным и знаниями.
ИОПК-5.2. Применяет методы аналитического моделирования управленческих и технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие ИОПК-5.2.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие ИОПК-5.2. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие ИОПК-5.2. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие ИОПК-5.2. Свободно оперирует приобретенным и знаниями.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета в 2 и 3 семестре проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине и настоящей рабочей программой. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» за зачет. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой: успешно ответили на вопросы контрольных работ, выполнили, оформили и получили зачетные баллы за расчетные работы (65 и более), выполнили и выступили с докладом по одной из тем).

При оценке выполнения практических работ учитывается полнота раскрытия темы, правильность оформления работы, широта при подготовке материала (охват источников информации, как электронных, так и книжных), умение выполнить постановку задачи и формулирования полученных результатов (выводов). Минимальные оценки, соответствующие зачетному минимуму, составляют для практической работы – «зачтено» или 65 баллов. Максимальные – 100 баллов.

Студенты, набравшие в семестре менее 65 баллов по каждому практическому заданию, не допускаются до зачета. Для допуска им необходимо добрать недостающие баллы путем повторного прохождения контрольных точек по согласованию с преподавателем или предоставления на проверку исправленного отчета.

Шкала оценивания	Описание
<i>Зачтено</i>	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
<i>Не зачтено</i>	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенных в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высшая школа, 2009. – 344 с.
2. Нечаев, А. В. Моделирование систем управления : лабораторные работы / А. В. Нечаев, О. А. Винокурова. – М.: МГУП, 2011. – с. 1-14
3. Меняев, М. В. Цифровые системы управления технологическими процессами в полиграфии / М. В. Меняев. – М. : МГУП. 2006. – 126 с.

7.2. Дополнительная литература

4. Щербина, Ю.В. Теоретические основы автоматизированного управления печатным оборудованием : учебное пособие / Ю.В. Щербина. – М. : МГУП имени Ивана Федорова. – 2011. – 242 с.
5. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А.Б. Сергиенко – С-Пб. ПИТЕР, 2003. – 604 с.

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины: учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте электронно-библиотечной системы «Образовательная платформа Юрайт» (<https://urait.ru/>), на сайте электронной библиотеки Московского Политеха (<http://elib.mgup.ru/>). Также на платформе системы дистанционного обучения Московского Политеха имеется одноимённый поддерживающий курс, доступный по ссылке:

5. <https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=9696> (Курс: Моделирование технологических процессов (mospolytech.ru)).

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства и ресурсы:

6. Интернет-браузер Google Chrome, FireFox, Лицензия Мосполитеха; Microsoft Office Стандартный 2007, договор 24/08 от 19.05.2008 г.
7. Математический редактор научных и инженерных расчетов Mathcad
8. <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/visio/flowchart-software>
9. <https://www.diagrams.net>
10. <https://www.softwareideas.net>
11. <https://www.yworks.com/products/yed>
12. <https://www.blender.org/>
13. <https://www.autodesk.ru/products/maya/overview>
14. <https://www.meshlab.net/>
15. <https://www.tinkercad.com//>
16. <http://www.k-3d.org/>
17. <http://www.makehumancommunity.org/>
18. <https://johanpeitz.itch.io/picocad>
19. <https://zbrushcore.com/mini/>
20. <https://www.gimp.org/>
21. <https://www.sketchbook.com/>
22. <https://www.painterartist.com/en/product/painter/>
23. <https://www.coreldraw.com/ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитории Пр 2806, Пр2808, Пр2810, Пр2815Б (компьютерный класс не менее 10-15 посадочных мест) с установленным программным обеспечением для проведения лабораторно-практических занятий.
2. Комплекс технических средств, позволяющих проецировать изображение из программных средств подготовки презентаций (экран, проектор, ноутбук или компьютер с подключенным оборудованием, интерактивная доска).
3. Возможность доступа в интернет. Интернет-браузер Google Chrome, FireFox, Лицензия Мосполитеха; Microsoft Office Стандартный 2007, договор 24/08 от 19.05.2008 г.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Учебным планом предусмотрено изучение дисциплины «Моделирование технологических процессов» во 2 и 3 семестрах при очно-заочной форме обучения. По дисциплине проводятся лекционные и практические занятия.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение основ моделирования процессов и систем и изучение различных сред моделирования.

Допускается конспектирование теоретического материала письменным или компьютерным способом. Регулярная проработка материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к промежуточным и итоговым формам аттестации, а также к практическим занятиям, по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра.

Практические работы по дисциплине «Моделирование технологических процессов» выполняются с оформлением письменного отчета и программно-расчетной части.

Предварительная подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение теоретического описания практической работы и предварительное оформление отчета с указанием ее наименования, цели проведения, конспекта теоретического материала и задания на выполнение.

Аттестация по дисциплине «Моделирование технологических процессов» проходит в форме зачета. Примерный перечень вопросов приведен в приложении 2 настоящей рабочей программы, а критерии оценки ответа студента на зачетах — в п. 6 настоящей рабочей программы.

10. Методические рекомендации преподавателю

Дисциплина «Моделирование технологических процессов» является дисциплиной обязательной части учебного плана.

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Моделирование технологических процессов» осуществляется по последовательной схеме на основе образовательной программы и учебного плана по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Промышленный инжиниринг»).

Освоение дисциплины «Моделирование технологических процессов» студентами направления подготовки магистров по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено рабочим учебным планом в 1 и 2 семестрах первого и второго года обучения.

Рекомендуемые образовательные технологии: лекции и практические занятия, самостоятельная работа студентов (в том числе выполнение индивидуальных заданий в расчетной части практических работ с применением программных средств), подготовка докладов с презентационным сообщением.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Моделирование технологических процессов» представлено в п. 4 рабочей программы.

Структура и последовательность проведения практических занятий по дисциплине представлены в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

Примерные варианты заданий для промежуточного/семестрового контроля и перечень вопросов к зачетам по дисциплине представлены в соответствующих подпунктах приложения 2 к рабочей программе.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Моделирование технологических процессов», приведен в п. 7 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать обучающихся на использование при подготовке к промежуточной и семестровой аттестации по дисциплине как материалов лекций, так дополнительный материал.

При проведении занятий рекомендуется использование активных онлайн занятий в сочетании с внеаудиторной работой, в том числе выполнение индивидуальных заданий и подготовка доклада по одной из тем.

Программа составлена в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень магистратуры) по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1026.
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (профиль подготовки – «Промышленный инжиниринг»).

**Структура и содержание дисциплины «Моделирование технологических процессов» по направлению подготовки 15.04.02
Промышленный инжиниринг**

П.1.1. Тематический план дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы		Самостоятельная работа
			Лекции	практические занятия	
1.	Введение. Тема 1. Современные проблемы моделирования систем. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при проектировании сложных систем. Перспективы развития методов и средств моделирования систем. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования систем.	12	–	–	12
2.	Тема 2. Задача линейного программирования. Моделирование производственных процессов методом линейного программирования.	16	2	4	10
3.	Тема 3. Симплекс- метод решения задачи линейного программирования. Задача с количеством базисных переменных, равных количеству уравнений.	16	2	4	10
4.	Тема 4. Параметрическая идентификация характеристик устройства методом наименьших квадратов	16	2	4	10
5.	Тема 5 Метод статистического математического моделирования. Законы распределения случайных величин. Точечные оценки.	12	–	–	12
6.	Тема 6. Классификация видов моделирования. Программные среды моделирования	9	–	–	9
7.	Тема 7. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Формулировка практических задач теории массового обслуживания (теории очередей). Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).	10	1	–	9

8.	Тема 8. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью.	13	1	6	6
9.	Тема 9. Моделирование процессов надежности и ремонта оборудования методами теории массового обслуживания.	11	1	4	6
10.	Тема 10. Программное обеспечение для моделирования объектов: инструменты для описания, создания 3-D моделей и компьютерной анимации, для обработки изображений и работы с компьютерной графикой.	9	–	–	9
11.	Тема 11 Имитационное моделирование основные положения и определения. Виды имитационных экспериментов	11	1	4	6
12.	Тема 12. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.	9	–	–	9
	Форма аттестации: зачет, зачет				
	ИТОГО	4 з.е.	144	10	26
				108	

П.1.2. Практические (семинарские) работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практического занятия	Трудоёмкость (час.)
1.	2	Моделирование производственных процессов методом линейного программирования. Графическое решение задачи	4
2.	3	Симплекс - метод решения задачи оптимизации и моделирования производственных процессов.	4
3.	4	Параметрическая идентификация характеристик устройства методом наименьших квадратов	4
4.	7, 8	Вероятностная модель одноканальной и многоканальной СМО. Расчет показателей эффективности в статическом и динамическом режимах.	6
5.	9	Прогнозирование надежности комплекса оборудования с учетом восстановления ремонтной бригадой. Влияние надежности оборудования на показатели СМО	4
6.	11	Имитационное моделирование в системе AnyLogic	4

П.1.3. Лабораторные занятия не предусмотрены.

П.1.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов) не предусмотрено

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
ОП (профиль): «Промышленный инжиниринг»

Формы обучения: очно-заочная

Вид профессиональной деятельности: проектно-конструкторский,
организационно-управленческий

Кафедра: Полиграфические системы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование технологических процессов

- Состав:
1. Паспорт фонда оценочных средств
 2. Показатель уровня сформированности компетенций
 3. Примерный перечень оценочных средств
 4. Описание оценочных средств (образцы заданий, контрольные вопросы)

Составитель: к.т.н., доцент Винокурова О.А.

Москва 2022

П.2.1 Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Введение. Тема 1. Современные проблемы моделирования систем. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при проектировании сложных систем. Перспективы развития методов и средств моделирования систем. Основные понятия теории моделирования. Классификация видов моделирования систем.	ОПК-5	УО, ДС, 3
2.	Тема 2. Задача линейного программирования. Моделирование производственных процессов методом линейного программирования.	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
3.	Тема 3. Симплекс- метод решения задачи линейного программирования. Задача с количеством базисных переменных, равных количеству уравнений.	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
4.	Тема 4. Параметрическая идентификация характеристик устройства методом наименьших квадратов	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
5.	Тема 5 Метод статистического математического моделирования. Законы распределения случайных величин. Точечные оценки.	ОПК-5	УО, ДС, 3
6.	Тема 6. Классификация видов моделирования. Программные среды моделирования	ОПК-5	УО, ДС, 3
7.	Тема 7. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Формулировка практических задач теории массового обслуживания (теории очередей). Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация	ОПК-5	УО, ДС, 3

	систем массового обслуживания (СМО).		
8.	Тема 8. Моделирование процессов методами теории массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с отказами в обслуживании заявки, с ограниченной очередью.	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
9.	Тема 9. Моделирование процессов надежности и ремонта оборудования методами теории массового обслуживания.	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
10.	Тема 10. Программное обеспечение для моделирования объектов: инструменты для описания, создания 3-D моделей и компьютерной анимации, для обработки изображений и работы с компьютерной графикой.	ОПК-5	УО, ДС, 3
11.	Тема 11 Имитационное моделирование основные положения и определения. Виды имитационных экспериментов	ОПК-5	УО, К/Р, ДС, 3
12.	Тема 12. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов.	ОПК-5	УО, ДС, 3

П.2.2. Показатель уровня сформированности компетенций

Дисциплина «Моделирование технологических процессов»					
ФГОС ВО 15.04.02 Технологические машины и оборудование, профиль «Промышленный инжиниринг»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИОПК-5.1. Применяет методы компьютерного моделирования при проектировании деталей машин и оборудования. ИОПК-5.2. Применяет методы аналитического моделирования управленческих и технологических процессов.	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа	УО К/Р ДС 3	Базовый уровень: знает основные методы анализа и методологические основы моделирования, разрабатывает стандартные математические модели для решения профессиональных задач. Повышенный уровень: знает методологические основы моделирования, разрабатывает математические модели для обоснования структуры и выбора параметров объекта или системы, владеет методами моделирования и проектирования систем и решения профессиональных задач повышенной сложности.

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2.3 к РП.

П2.3. Перечень оценочных средств (ОС)

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Устный опрос, собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Контрольные вопросы по темам/разделам дисциплины (см. приложение П.2.4.1)
2.	Контрольная работа на практическом (семинарском) занятии (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по заранее определенной методике по теме или разделу	Перечень и темы контрольных работ, комплект контрольных заданий по вариантам (тема см. П.1.2. Практические работы)
3.	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Доклад (сообщение, см. приложение П.2.4.3)
4.	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации студента, определяемые учебным планом подготовки по направлению	Контрольные вопросы по темам/разделам дисциплины (см. приложение П.2.4.1-2)

П.2.4. Образцы заданий, контрольных вопросов

П.2.4.1 Контрольные вопросы текущего контроля

Примерные вопросы/ задания для устных опросов:

1. Что такое модель системы?
2. Как определяется понятие «моделирование»?
3. Что называется гипотезой и аналогией в исследовании систем?
4. Чем отличается использование метода моделирования при внешнем и внутреннем проектировании систем?
5. Какие современные средства вычислительной техники используются для моделирования систем?
6. В чем сущность системного подхода к моделированию систем на ЭВМ?
7. Что такое процесс функционирования системы?
8. В каком соотношении находятся понятия «эксперимент» и «машинное моделирование»?
9. Каковы основные характерные черты машинной модели?
10. В чем заключается цель моделирования системы на ЭВМ?
11. Какие существуют классификационные признаки видов моделирования систем?
12. Что собой представляет математическое моделирование систем?
13. Какие особенности характеризуют имитационное моделирование систем?
14. В чем суть метода статистического моделирования на ЭВМ?
15. Чем определяется эффективность моделирования систем на ЭВМ?
16. Что называется математической схемой?
17. Что является экзогенными и эндогенными переменными в модели объекта?
18. Что называется законом функционирования системы?
19. Что понимается под алгоритмом функционирования?
20. Что называется статической и динамической моделями объекта?
21. Какие типовые схемы используются при моделировании сложных систем и их элементов?
22. Каковы условия и особенности использования при разработке моделей систем различных типовых схем?
23. В чем суть методики машинного моделирования систем?
24. Какие требования пользователь предъявляет к машинной модели системы?
25. Что называется концептуальной моделью системы?
26. Какие группы блоков выделяются при построении блочной конструкции модели системы?
27. Перечислите основные принципы построения моделирующих алгоритмов функционирования систем?
28. Какие схемы используются при разработке алгоритмического и программного обеспечения машинного моделирования?
29. Какие циклы можно выделить в моделирующем алгоритме?
30. Что называется прогоном модели?
31. Какая техническая документация оформляется по каждому этапу моделирования системы?
32. Чем отличаются языка имитационного моделирования от языков общего назначения?
33. Как можно представить архитектуру языка имитационного моделирования?
34. Какие основные требования предъявляются к языкам имитационного моделирования?
35. Какие имеются группы языков моделирования дискретных систем?
36. Какие основные идеи положены в основу построения дерева решений по выбору языка для моделирования системы?
37. Что называется пакетом прикладных программ моделирования систем?

38. Что является функциональным и системным наполнением пакета прикладных программ моделирования?
39. Перечислите основные функции языка заданий пакета прикладных программ для моделирования систем?
40. Какие существуют моделирующие комплексы?
41. Что называется информационной моделью системы?
42. Каковы характерные черты эволюционных моделей систем?
43. В чем суть имитационного моделирования, каковы его преимущества и недостатки?
44. В чем суть адаптации применительно к системам управления различными объектами?
45. Какова роль эталонной модели в контуре управления?
46. Какие модели используются для принятия решений?
47. Какие требования предъявляются к модели, реализуемой в реальном масштабе времени?
48. Какие освоение этапы моделирования системы можно выделить?
49. Что представляют собой общие правила построения в способы реализации моделей систем?
50. Как осуществляется переход от концептуальной к машинной модели системы?

П.2.4.2. Вопросы для оценки качества освоения дисциплины (контрольные вопросы)

1. Основные понятия теории моделирования. Проблемы моделирования. Виды моделирования.
2. Математические модели систем. Характер модели. Классы моделей. Методы моделирования.
3. Понятие и виды математических моделей. Классификационные признаки.
4. Классификация моделей систем по операторам описания. Область применения моделей в инженерной практике.
5. Математические модели. Алгоритмические модели. Имитационные модели. Теоретические математические модели. Эмпирические математические модели.
6. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Характеристика требований.
7. Математические схемы моделирования процессов и систем. Основные подходы к построению математических моделей систем. Непрерывно-детерминированные модели, дискретно-детерминированные модели, сетевые модели, комбинированные модели.
8. Области определения плановых задач и оптимальное планирование. Числовые показатели. Цели планирования.
9. Оптимальное планирование. Понятие плана. Целевая функция.
10. Графическое решение задачи оптимального планирования.
11. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
12. Параметрическая идентификация характеристик устройства методом наименьших квадратов
13. Математические модели допечатных процессов. Количество ошибок в тексте – важнейший показатель качества издания. Классификация видов ошибок и их происхождение.
14. Математическая матричная модель преобразования текста. Дискретный процесс преобразования ошибок в тексте.
15. Математическая матричная модель преобразования текста. Преобразование текста при его кодировании оператором.
16. Математическая матричная модель преобразования текста. Преобразование текста при корректуре. Математические матричные модели последовательных корректур.
17. Математические модели систем массового обслуживания. Основные понятия. Классификация систем.
18. Структура систем массового обслуживания. Характеристики систем массового обслуживания. Временная диаграмма системы массового обслуживания. Простейшие системы массового обслуживания.

19. Одноканальная система массового обслуживания с отказами в обслуживании заявки (с отсутствием очереди).
20. Многоканальная СМО без очереди (с отказами в обслуживании).
21. Одноканальная СМО с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.
22. Классификация видов моделирования. Программные средства моделирования. Сравнительная характеристика.
23. Программные средства моделирования. Имитационное моделирование.
24. Методы построения эмпирических статистических моделей. Метод наименьших квадратов.
25. Методы построения эмпирических статистических моделей. Оценка качества математической модели.
26. Статистические модели экспериментов. Статистические числовые характеристики случайной величины. Интервальные оценки.
27. Статистические модели экспериментов. Методика построения гистограммы (полигона частот) распределения случайной величины
28. Статистические модели экспериментов. Теоретические законы распределения наблюдаемых (случайных) величин.
29. Понятие совокупности наблюдаемых значений (выборок). Их виды.
30. Выборка экспериментальных значений случайной величины. Способы отбора.

П.2.4.3. Примерный перечень тем докладов и сообщений

1. Современные проблемы моделирования систем
2. Математические схемы моделирования процессов и систем
3. Моделирование при принятии решения об управлении.
4. Методы компьютерного моделирования систем автоматизации
5. Анализ современных средств вычислительной техники и программных сред, используемых для моделирования систем.
6. Построение концептуальных моделей систем и их формализация.
7. Моделирование в системах управления в реальном масштабе времени.
8. Моделирование систем дискретных и непрерывных систем автоматического регулирования.
9. Основные правила построения и способы реализации моделей систем автоматизации и управления.
10. Гибридные моделирующие комплексы.
11. Сравнительный анализ методов и средств имитационного моделирования.
12. Пакеты прикладных программ моделирования процессов и систем, характеристика и область применения.
13. Транспортная задача – задача оптимизации перевозок.
14. Информационные системы моделирования и проектирования. Системы компьютерной математики, характеристика и область применения.
15. Информационные системы моделирования и проектирования. Системы схмотехнического моделирования, характеристика и область применения.
16. Информационные системы моделирования и проектирования. Системы имитационного моделирования, характеристика и область применения.
17. Информационные системы моделирования и проектирования. Системы графического моделирования, характеристика и область применения.
18. Основные подходы к построению математических моделей систем. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы).
19. Основные подходы к построению математических моделей систем. Дискретно-детерминированные модели (F-схемы)

20. Основные подходы к построению математических моделей систем. Сетевые модели (N-схемы).
21. Основные подходы к построению математических моделей систем. Комбинированные модели (A-схемы).
22. Разработка статистической математической модели случайной величины
23. Программные среды математического моделирования. Характеристика.
24. Моделирование технологических процессов методами ТМО. Словесное описание модели системы массового обслуживания с привязкой к реальной ситуации производственного процесса, граф состояний и переходов, матричная модель переходов
25. Системы и программное обеспечение для создания схем и диаграмм. Характеристика.
26. Программное обеспечение для моделирования объектов. Характеристика.
27. Программное обеспечение для моделирования объектов: инструменты для описания, создания 3-D моделей и компьютерной анимации.
28. Программное обеспечение для моделирования объектов: инструменты для обработки изображений и работы с компьютерной графикой.
29. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов. Характеристика.

П.2.4.4. Примерные варианты расчетных заданий для моделирования процессов и систем

Задание (по вариантам):

1. В соответствии со своим вариантом построить на плоскости область допустимых решений системы линейных неравенств, построить вектор градиента целевой функции и линию уровня, проходящую через начало координат, затем графическим методом найти в области допустимых значений точку, в которой целевая функция f достигает наибольшего значения, определить по графику координаты этой точки и вычислить значение целевой функции.

2. Дать словесную формулировку задачи применительно к производству. Вариант задания:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$x_1 + 11x_2 \leq 53$$

$$13x_1 + 5x_2 \leq 100$$

$$10x_1 - 9x_2 \leq 5$$

$$f = 8x_1 + 6x_2$$

- Преобразовать все неравенства, так, чтобы в их левой части остались x_2 с учетом изменения знаков неравенств;
- Записать уравнения (равенства) для построения границ области допустимых решений;
- Построить графики целевой функции f при разных C ;
- Построить вектор градиента целевой функции.

Задание:

Найти интенсивность пуассоновского процесса обслуживания заявок наборщиком компьютерного набора, производительность которого равна 50 зн/с, а средний объем заявки равен одному печатному листу (40 000 знаков).

В этом случае $\beta(t) = \beta = \text{const}$, поэтому интенсивность обслуживания при этом будет равна

$$\beta = \frac{50 \cdot 3600}{40000} = 4,5 \text{ заявки в час.}$$

Если известно среднее время поступления заявок $m_t = 0,5$ ч, то интенсивность поступления заявок на участок (канал обслуживания) будет:

$$\alpha = \frac{1}{m_t} = 2 \text{ заявки в час.}$$

Задание:

По вариантам, заданным в таблице, создать вероятностную модель одноканальной СМО без очереди:

- дать словесное описание,
- построить граф состояний и переходов,
- создать матричную модель,
- записать систему уравнений Колмогорова-Чепмена,
- рассчитать показатели эффективности функционирования одноканальной СМО без очереди в установившемся режиме,
- сделать выводы на основании полученных результатов.

<i>Интенсивность поступления заявок α (1/час)</i>	<i>Интенсивность обслуживания заявок β (1/час)</i>
0,41	0,2

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
НА 20_____ УЧЕБНЫЙ ГОД**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Полиграфические системы» «___» _____ 20___ г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой «Полиграфические системы»

/М.В. Суслов/