

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет

Кафедра «Технические системы в агробизнесе»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Направленность (профиль): Искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: Магистр

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Вершинин В.Н.

Программа одобрена на заседании кафедры технических систем в агробизнесе 20.02.25, протокол № 6.

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доцент Шушков Р.А.

Рабочая программа дисциплины согласована на заседании методической комиссии инженерного факультета 20.02.25, протокол № 6.

Председатель методической комиссии: канд. техн. наук, доцент Берденников Е.А.

1 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Модуль «Цифровые технологии» (далее – Модуль) предназначен для реализации основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия. Профиль: Искусственный интеллект. Модуль входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы. Модуль включает рабочие программы по дисциплинам модуля и фонды оценочных средств по дисциплинам модуля: «Моделирование в технических системах», «Цифровые технологии в сельскохозяйственном машиностроении».

Цель преподавания модуля: получение базовых знаний и формирование основных навыков по методам построения математических моделей для решения прикладных технических задач; освоение практических методов и современных технологий машинного моделирования.

К числу входных знаний, навыков и компетенций студенту, приступающему к изучению модуля необходимо:

- знать основы математической логики и вычислительной математики;
- знать основные алгоритмы матричных исчислений;
- знать основные разделы информатики;
- знать современное состояние уровня и направлений развития вычислительной техники и программных средств;
- уверенно работать в качестве пользователя персонального компьютера, самостоятельно использовать внешние носители информации для обмена данными между компьютерами, создавать резервные копии и архивы данных и программ;
- уметь работать с программными средствами общего назначения;
- иметь базовые теоретические знания по специальным техническим дисциплинам.

Освоение модуля базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении дисциплин бакалавриата таких как: «Математика», «Информатика и цифровые технологии», «Сельскохозяйственные машины», «Математические модели в расчетах на ЭВМ».

Результаты обучения, полученные в ходе изучения Модуля будут использованы при прохождении практик и проведении исследований по теме магистерской диссертации.

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ИД-1 <small>опк-3</small> . Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии.
	ИД-2 <small>опк-3</small> . Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.
ПК-18 Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оценивать риски от их внедрения	ИД 1 <small>пк-18</small> . Демонстрирует знания эксплуатационных показателей и методов их повышения при эксплуатации сельскохозяйственной техники
	ИД 2 <small>пк-18</small> . Осуществляет разработку способов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники
	ИД 3 <small>пк-18</small> . Оценивает экономические риски от внедрения новых методов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники
ПК-26 Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации сельскохозяйственного производства	ИД 1 <small>пк-26</small> . Демонстрирует знания методик проведения научных исследований, определения объекта и предмета исследований.
	ИД 2 <small>пк-26</small> . Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области механизации, сельскохозяйственного производства с использованием известных методик.
	ИД 3 <small>пк-26</small> . Анализирует результаты проведенных научных исследований и формулирует выводы.
ПК-12. Способность проектировать механизированные и автоматизированные технологические процессы в сельском хозяйстве с использованием методов математического моделирования	ИД 1 <small>пк-12</small> . Демонстрирует знания классов математических моделей, принципы их построения и область применения при проектировании технологических процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса.
	ИД 2 <small>пк-12</small> . Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства.
	ИД 3 <small>пк-12</small> . Пользуется общим и специальным программным обеспечением при проектировании механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельском хозяйстве.

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

Очная форма обучения

форма обучения

Наименование дисциплины (модуля) с указанием разделов (элементов)	Семестр	Кол-во зачетных единиц, всего	Кол-во часов, всего	Самостоятельная работа, час.	Контроль	Аудиторная работа			КР	КП	Кр	Д	Форма промежуточной аттестации (Экзамен / Зачет)
						Всего	из них:						
							Л	ЛР					
Моделирование в технических системах	1	3	108	66	8	34	17	17					Зачёт
Цифровые технологии в сельскохозяйственном машиностроении	3	3	108	72	32	16	16				4		зачет

Виды учебной работы: Курсовая работа – КР; Курсовой проект – КП; Контрольные работы - Кр; Другие виды самостоятельной работы - Д.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

Наименование дисциплины (модуля) с указанием разделов (элементов) /наименование раздела дисциплины	Название темы с кратким содержанием	Виды занятий, часы			Самостоятельная работа, часы	Контроль	Всего часов
		Л	ЛР	В том числе с применением ЭО			
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	<p>Раздел 1. Обоснование выбора вида математического моделирования.</p> <p>Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей. Сущность метода моделирования. Системы массового обслуживания (Q-схемы). Виды математического моделирования: аналитическое, имитационное, комбинированное.</p> <p>Обоснование выбора вида математического моделирования. Этапы разработки имитационной модели. Выбор инструментальных средств программной реализации имитационных моделей.</p> <p>Системы массового обслуживания (Q-схемы). Приборы обслуживания в символике Q-схем. Многофазные, многоканальные, разомкнутые и замкнутые Q-схемы. Транзакты. Поведение транзактов в неординарных ситуациях. Статические, динамические, относительные и абсолютные приоритеты.</p>	2	-	2	2	2	6
	<p>Раздел 2. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS World, GPSS/PC. Моделирование случайных величин</p>	2	2	2	10	2	16

	и случайных событий в GPSS-моделях. Моделирование многоканальных устройств. Языки имитационного моделирования. Общецелевая система моделирования GPSS. Принципы построения пакета прикладных программ GPSS/PC, GPSS World. Основные объекты пакета GPSS/PC, GPSS World. Блоки, связанные с транзактами. Блоки, связанные с аппаратными объектами. Блоки для сбора статистических данных. Моделирование многоканальных устройств. Изменение направления передачи транзактов. Моделирование мелких неисправностей оборудования. Контроль качества и переналадка оборудования.						
	Раздел 3. Разработка и использование имитационных моделей со сложной структурой каналов обслуживания. Применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи. Блоки, изменяющие маршруты транзактов. Блоки, работающие с памятью. Блоки для работы со списками пользователя. Управляющие операторы. Приемы конструирования GPSS-моделей: косвенная адресация, обработка одновременных событий. Применение математических моделей для решения оптимизационных задач.	13	15	25	54	4	86
Всего по дисциплине		17	17	29	66	8	108
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В	1. Методические основы проектирования автоматизированных технологических	2	-	1	2	10	13

<p>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ</p>	<p>процессов. Показатели автоматизации. Характеристика основных направлений автоматизации технологических процессов для различных типов машиностроительных производств. Автоматизация крупносерийного и массового типов производств. Автоматизация единичного производства. Автоматизация мелкосерийного и серийного типов производств. Унификация объектов производства. Типизация технологических процессов. Метод групповой обработки.</p>						
	<p>2. Классификация, конструкция и возможности станков с ЧПУ. Типовые детали, изготавливаемые на станках с числовым программным управлением. Основные виды обработки заготовок и принципы построения металлорежущих станков с ЧПУ. Системы ЧПУ. Универсальные металлорежущие станки с ручным управлением, их структура построения, функции управления. Металлорежущие полуавтоматы и автоматы с ранее существующими системами программного управления. Их структура построения и выполняемые функции управления. Классификация систем ЧПУ. Системы координат станков с ЧПУ, кодирование и запись информации УП. Задачи, решаемые системой ЧПУ, архитектура их построения. Программное обеспечение систем ЧПУ. Компоновка станков с ЧПУ, ее</p>	6	-	1	2	20	27

	<p>особенности, характеристики. Привод главного движения, узел шпинделя. Привод подачи, его структура, элементы конструкции, характеристика. Направляющие, их виды, конструктивные особенности. Системы автоматической смены режущих инструментов. Требования к режущим и вспомогательным инструментам при их автоматической смене, их характеристики. Магазины для накопления и транспортировки инструментов. Механизмы автоматической смены инструментов. Устройства автоматической смены обрабатываемых заготовок. Устройства для сбора и транспортировки стружки. Системы смазывания деталей и узлов станков с ЧПУ. Смазочно-охлаждающие технологические среды.</p> <p>Новые технологические возможности станков с ЧПУ, их характеристика. Производительность станков с ЧПУ и пути ее повышения. Гибкие производственные модули и станочные системы. Повышение точности станков с ЧПУ путем коррекции их погрешностей. Системы технического диагностирования. Адаптивные системы управления. Устройства для автоматического контроля точности изготовления деталей и для настройки режущих инструментов. Приспособления, применяемые на станках с ЧПУ. Приспособления для токарных станков с ЧПУ. Приспособления для установки и закрепления заготовок на столе станков с ЧПУ.</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>Основные понятия расчета управляющих программ. Интерполяция. Кодирование управляющих программ. Структура построения УП обработки деталей. Типы кадров. Ввод управляющих программ. Функции управляющей программы.</p> <p>Типы программирования. Программирование в абсолютной системе, по приращениям, относительно нуля станка (G90, G91, G79). Тип движения. Быстрое позиционирование осей (G00). Линейная интерполяция (G01). Круговая интерполяция (G02, G03). Винтовая интерполяция. Нарезание резьбы с линейным шагом (G33). Координатные данные и единицы измерения. Преобразование дюйм/метр (G20, G21). Системы координат. Определение СЧПУ нулевой точки станка <i>M</i> и ее изменение (G53). Определение СЧПУ исходной точки станка <i>R</i> и ее функция (G28). Задание СЧПУ системы координат детали (G54–G59). Подача. Скорость подачи, подача в минуту (G94), подача на оборот (G95). Пауза (G04). Постоянные циклы обработки. Расточные постоянные циклы (G80–G89). Постоянные циклы точения. Циклы фрезерования. Функции шпинделя. Скорость вращения шпинделя (адрес <i>S</i>). Ориентированный останов шпинделя (M19). Инструмент. Данные об инструменте. Управление выбором инструмента. Вспомогательные функции. Коррекция инструмента. Задание величины коррекции в корректор УЧПУ. Коррекция вылета инструмента <i>H</i> (G43, G44,</p>	6	16	1	2	30	53
--	--	---	----	---	---	----	----

	G49). Коррекция диаметра инструмента (<i>D</i> -функция).						
	<p>4. Настройка и эксплуатация станков с ЧПУ.</p> <p>Контроль УП для станков с ЧПУ. Настройка станка с ЧПУ на изготовление детали. Сборка инструментальных оправок и режущих инструментов. Измерение параметров инструментов. Установка и точная ориентация приспособления на столе станка (выравнивание). Определение на фрезерном станке с ЧПУ положений нулевой точки детали W, исходной точки инструмента E и исходной точки программы Ps.</p> <p>Основные требования к условиям эксплуатации станков с ЧПУ. Испытания станков с ЧПУ. Системы технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ.</p>	2	-	1	2	12	15
Всего по дисциплине		16	16	4	8	72	108

5 Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Перечень оценочных средств

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ОПК-3 Способен использовать знания методов решения задач при разработке новых технологий в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-3} . Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии.	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; тестирование в компьютерной программе «Тест офис». Устный ответ
	ИД-2 _{ОПК-3} . Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.	
ПК-12. Способность проектировать механизированные и автоматизированные технологические процессы в сельском хозяйстве с использованием методов математического моделирования	ИД 1 _{ПК-12} . Демонстрирует знания классов математических моделей, принципы их построения и область применения при проектировании технологических процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса. ИД 2 _{ПК-12} . Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства. ИД 3 _{ПК-12} . Пользуется общим и специальным программным обеспечением при проектировании механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельском хозяйстве.	Тестирование Устный ответ
ПК-18 Способен разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники и оценивать риски от их внедрения	ИД 1 _{ПК-18} . Демонстрирует знания эксплуатационных показателей и методов их повышения при эксплуатации сельскохозяйственной техники	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; тестирование в компьютерной программе «Тест офис». Устный ответ
	ИД 2 _{ПК-18} . Осуществляет разработку способов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники	

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
	ИД 3 ПК-18. Оценивает экономические риски от внедрения новых методов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники	
ПК-26 Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов, явлений и объектов, относящихся к механизации сельскохозяйственного производства	ИД 1 ПК-26. Демонстрирует знания методик проведения научных исследований, определения объекта и предмета исследований.	Тестирование на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА; тестирование в компьютерной программе «Тест офис»; устный ответ с представлением стандартного компьютерного отчета по выполненной работе.
	ИД 2 ПК-26. Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области механизации, сельскохозяйственного производства с использованием известных методик.	
	ИД 3 ПК-26. Анализирует результаты проведенных научных исследований и формулирует выводы.	

5.2 Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Для проведения текущего и промежуточного контроля используются индивидуальные задания по моделированию в ПКП GPSS World и GPSS/PC. Студенты выполняют индивидуальные задания на ПК с последующим самостоятельным анализом полученных ответов, написанием отчетов и индивидуальной защитой отчетов. Текущий контроль – компьютерное тестирование и прием отчетов по выполненным заданиям с ответами на дополнительные вопросы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

а) вопросы для текущего контроля (пример вопросов для первого раздела)

1. На сколько этапов можно условно разбить процесс моделирования?

1. На два этапа.
2. На три этапа.
3. +На четыре этапа.
4. На пять этапов.

2. Почему процесс моделирования носит циклический характер?

1. +В процессе моделирования производится уточнение исходных данных и с каждым циклом модель совершенствуется.
2. Разные циклы процесса моделирования необходимы для определения функционирования отдельных элементов модели.
3. Циклическость исследования модели позволяет получить графические зависимости функционирования элементов модели в функции времени.
4. Все ответы правильно отражают циклический характер процесса моделирования.

3. К какому классу относятся математические модели?

1. К классу материальных моделей.
2. +К классу идеальных моделей.
3. К классу предметных моделей.
4. К классу расчетных моделей.

4. Какой вид математического моделирования предпочтительнее использовать для моделирования сложных производственных процессов?

1. Аналитическое моделирование.
2. +Имитационное моделирование.
3. Сложность производственного процесса не влияет на выбор вида моделирования.
4. Математическое моделирование не используют для моделирования сложных производственных процессов

5. Какой метод моделирования предпочтительнее применить для апробации уже готовых проектных решений?

1. Аналитическое моделирование.
2. +Имитационное моделирование.
3. Предметное моделирование.
4. Расчетное моделирование.

6. При использовании имитационного моделирования основной его функцией является:

1. +Функция анализа систем.
2. Функция синтеза систем.
3. Основных функций нет.
4. Функция расчета систем.

7. Какую типовую математическую схему применяют для моделирования систем массового обслуживания?

1. А-схему
2. D-схему
3. +Q-схему

4. P, F – схемы

8. При многоканальном обслуживании аппараты обслуживания соединяются:

1. Последовательно.
2. +Параллельно.
3. Выбор соединения произвольный и зависит от цели моделирования.
4. Диаметралью.

9. Общецелевая система моделирования GPSS предназначена:

1. Для аналитического моделирования.
2. +Для имитационного моделирования.
3. Для комбинированного моделирования.
4. Для проведения регрессионного анализа.

10. Какие объекты, при моделировании в системе GPSS, в процессе моделирования перемещаются по модели?

1. Аппараты обслуживания.
2. +Транзакты.
3. Блоки.
4. Единицы модельного времени.

11. В каких случаях можно применить систему моделирования GPSS для решения оптимизационных задач?

1. При проведении многократных прогонов имитационной модели на ЭВМ.
2. При применении специальных оптимизационных алгоритмов.
3. При применении методов теории планирования эксперимента.
4. +Во всех перечисленных случаях.

12. Неоднородность транзактов в модели учитывается с помощью:

1. +Введения классов приоритетов для транзактов.
2. Разделения потоков движения транзактов.
3. Специальных блоков модели.
4. Специальных управляющих карт.

13. Статический приоритет транзактов это:

1. Такой приоритет, который может назначаться и отменяться в процессе моделирования.
2. +Такой приоритет, который назначается заранее и не меняется в процессе моделирования.
3. Когда все транзакты имеют приоритет равный нулю.
4. Когда все транзакты не имеют приоритета.

14. Что в системе GPSS-PC может быть принято за единицу времени?

1. Год, месяц, день.

2. Час, минута, секунда.
3. Специальная единица модельного времени.
4. +Все перечисленные варианты.

15. Основными объектами пакета GPSS-PC являются:

1. Транзакты и блоки.
2. Одноканальные аппараты обслуживания.
3. Многоканальные аппараты обслуживания.
4. Системные часы.

16. В каком случае модель адекватна объекту:

1. +Если результаты моделирования подтверждаются.
2. Если результаты моделирования не подтверждаются.
3. Если модель тождественна объекту.
4. Любая модель не может быть адекватна объекту.

17. При разработке имитационной модели процесс функционирования объекта описывается в виде:

1. Дифференциального уравнения.
2. Интегрального уравнения.
3. +Формализованного алгоритма.
4. Полинома определенной степени.

18. Какой переменной описывается состояние аппарата обслуживания?

1. +Двоичной переменной.
2. Одинарной переменной.
3. Троичной переменной.
4. Имеет постоянное значение.

19. Концептуальная модель это:

1. +Текстовое описание объекта моделирования с числовыми данными.
2. Компьютерная программа для моделирования определенного процесса.
3. Уравнение регрессии.
4. Типовое дифференциальное уравнение.

20. Основные функции программы – симулятора в системе GPSS.

1. Обеспечение заданных программистом маршрутов продвижения транзактов.
2. Планирование событий, происходящих в модели.
3. Сбор статистической информации о функционировании модели.
4. +Все перечисленные функции.

б) задачи для текущего контроля

Задача 1.

Работа магазина: приход покупателей 10 ± 5 мин, обслуживание 12 ± 6 мин. 20 % всех покупателей, придя в магазин и посмотрев товар не стали занимать очередь и ушли в другой

магазин. Промоделировать в течение 8 часов, исследовать очередь, определить число обслуженных и ушедших покупателей.

; GPSS/PC Program File MAG1.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *MAG1
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50     GENERATE     10,5
60     TRANSFER     0.2,OSTAL,USHLI
70 OSTAL  QUEUE     OCHER
80     SEIZE        PROD
90     DEPART       OCHER
100    ADVANCE      12,6
110    RELEASE      PROD
120    TERMINATE
130 USHLI  TERMINATE
140 *2SEGMENT-VREMYA
150    GENERATE      480
160    TERMINATE     1
170 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

	НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ					
	0	480	11	1	0	317280					
№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY						
50	1	GENERATE	50	0	0						
60	2	TRANSFER	50	0	0						
70	OSTAL	QUEUE	39	3	0						
80	4	SEIZE	36	0	0						
90	5	DEPART	36	0	0						
100	6	ADVANCE	36	1	0						
110	7	RELEASE	35	0	0						
120	8	TERMINATE	35	0	0						
130	USHLI	TERMINATE	11	0	0						
150	10	GENERATE	1	0	0						
160	11	TERMINATE	1	0	0						
ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР. ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY		
PROD	36	0.802	10.69	1	48	0	0	0	3		
ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY			
ОЧЕР	3	3	39	15	0.46	5.72	9.29	0			

Задача 2.

Условие предыдущей задачи. Из покупателей, ушедших в другой магазин, 50 % решили вернуться обратно и встали в очередь за покупками. Исследовать очередь, определить число пришедших покупателей, число ушедших в другой магазин, число вернувшихся обратно.

; GPSS/PC Program File MAG2.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *MAG2
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50     GENERATE     10,5
60     TRANSFER     0.2,OSTAL,USHLI
70 USHLI  TRANSFER   0.5,VER,NEVER
80 OSTAL  QUEUE     OCHER
90     SEIZE        PROD
100    DEPART       OCHER
110    ADVANCE      12,6
120    RELEASE      PROD
130    TERMINATE
140 VER    QUEUE     OCHER
150    SEIZE        PROD

```

```

160      DEPART      OCHER
170      ADVANCE     12,6
180      RELEASE     PROD
190      TERMINATE
200 NEVER  TERMINATE
210 *2SEGMENT-VREMYA
220      GENERATE     480
230      TERMINATE     1
240 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	18	1	0	315616

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	50	0	0
60	2	TRANSFER	50	0	0
70	USHLI	TRANSFER	11	0	0
80	OSTAL	QUEUE	39	10	0
90	5	SEIZE	29	0	0
100	6	DEPART	29	0	0
110	7	ADVANCE	29	1	0
120	8	RELEASE	28	0	0
130	9	TERMINATE	28	0	0
140	VER	QUEUE	6	0	0
150	11	SEIZE	6	0	0
160	12	DEPART	6	0	0
170	13	ADVANCE	6	0	0
180	14	RELEASE	6	0	0
190	15	TERMINATE	6	0	0
200	NEVER	TERMINATE	5	0	0
220	17	GENERATE	1	0	0
230	18	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD	35	0.914	12.54	1	39	0	0	0	10

ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
ОЧЕР	12	10	45	7	6.02	64.24	76.08	0

Задача 3.

Условие предыдущей задачи. Промоделировать вариант, что в магазине работают два продавца одинаковой квалификации. Исследовать очередь и сделать заключение о работе продавцов.

```

; GPSS/PC Program File MAG3.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG3
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50 PROD      STORAGE      2
60      GENERATE     10,5
70      QUEUE        OCHER
80      ENTER        PROD
90      DEPART       OCHER
100     ADVANCE     12,6
110     LEAVE       PROD
120     TERMINATE
130 *2SEGMENT-VREMYA
140     GENERATE     480
150     TERMINATE     1
160 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
------------	----------	--------	------------	----------	-------------

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	45	0	0
55	2	TRANSFER	45	0	0
56	OUT	TRANSFER	24	0	0
60	OBS	QUEUE	32	0	0
70	5	ENTER	32	0	0
80	6	DEPART	32	0	0
90	7	ADVANCE	32	0	0
100	8	LEAVE	32	0	0
105	9	TERMINATE	32	0	0
110	EXIT	TERMINATE	13	0	0
130	11	GENERATE	1	0	0
140	12	TERMINATE	1	0	0

ОЧЕР. BANK	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
	1	0	32	30	0.01	0.19	3.00	0

Мн.К.АО	КАН.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ВХОДЫ	ГОТ.	СРЕДН.	ЗАГР.	RETRY	DELAY
PROD	2	2	0	2	32	1	0.83	0.415	0	0

Задача 4.

Условие предыдущей задачи (два продавца), но необходимо собрать статистику о работе отдельно каждого продавца (очередь исследовать не нужно). Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания.

```

; GPSS/PC Program File MAG4.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG4
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50     GENERATE     10,5
60     TRANSFER     BOTH,KASSA1,KASSA2
70 KASSA1 SEIZE     PROD1
80     ADVANCE     12,6
90     RELEASE     PROD1
100    TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE     PROD2
120    ADVANCE     12,6
130    RELEASE     PROD2
140    TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160    GENERATE     480
170    TERMINATE     1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317424

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	56	0	0
70	KASSA1	SEIZE	29	0	0
80	4	ADVANCE	29	1	0
90	5	RELEASE	28	0	0
100	6	TERMINATE	28	0	0
110	KASSA2	SEIZE	20	0	0
120	8	ADVANCE	20	0	0
130	9	RELEASE	20	0	0
140	10	TERMINATE	20	0	0
160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
----------	-------	-------	-----------	-----------	-------	------	-------	-------	-------

```

PROD1      29  0.689      11.41      1      50  0  0  0  0
PROD2      20  0.491      11.80      1       0  0  0  0  0

```

Задача 5.

Условие предыдущей задачи (два продавца), но продавцы имеют разную квалификацию: у первого продавца время обслуживания покупателя 12 ± 6 мин, у второго - 8 ± 6 мин. Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания.

```

; GPSS/PC Program File MAG5.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG5
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50      GENERATE      10,5
60      TRANSFER      BOTH,KASSA1,KASSA2
70 KASSA1 SEIZE      PROD1
80      ADVANCE      12,6
90      RELEASE      PROD1
100     TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE      PROD2
120     ADVANCE      8,6
130     RELEASE      PROD2
140     TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160     GENERATE      480
170     TERMINATE      1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317424

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	52	0	0
70	KASSA1	SEIZE	27	0	0
80	4	ADVANCE	27	1	0
90	5	RELEASE	26	0	0
100	6	TERMINATE	26	0	0
110	KASSA2	SEIZE	22	0	0
120	8	ADVANCE	22	0	0
130	9	RELEASE	22	0	0
140	10	TERMINATE	22	0	0
160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD1	27	0.677	12.04	1	50	0	0	0	0
PROD2	22	0.312	6.82	1	0	0	0	0	0

Задача 6.

Условие предыдущей задачи. Продавцы имеют разную квалификацию: у первого продавца время обслуживания покупателя 8 ± 6 мин, у второго - 12 ± 6 мин. Специально исследовать очередь не нужно, но по данным ответа определить приходилось ли покупателям ждать обслуживания. По ответам на 5 и 6 задачи определить, какого продавца поставить первым, а какого вторым.

```

; GPSS/PC Program File MAG6.GP. (V 2, # 37349)
10 *MAG6
20 *ISSL.RAB.MAG
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-POKUPATELI
50      GENERATE      10,5
60      TRANSFER      BOTH,KASSA1,KASSA2

```

```

70 KASSA1 SEIZE      PROD1
80         ADVANCE   8,6
90         RELEASE   PROD1
100        TERMINATE
110 KASSA2 SEIZE      PROD2
120        ADVANCE   12,6
130        RELEASE   PROD2
140        TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160        GENERATE   480
170        TERMINATE 1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	480	12	2	0	317392

№стр	МЕТ	ТИП БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	49	0	0
60	2	TRANSFER	51	0	0
70	KASSA1	SEIZE	32	0	0
80	4	ADVANCE	32	1	0
90	5	RELEASE	31	0	0
100	6	TERMINATE	31	0	0
110	KASSA2	SEIZE	17	0	0
120	8	ADVANCE	17	1	0
130	9	RELEASE	16	0	0
140	10	TERMINATE	16	0	0
160	11	GENERATE	1	0	0
170	12	TERMINATE	1	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PROD1	32	0.516	7.75	1	50	0	0	0	0
PROD2	17	0.425	12.00	1	49	0	0	0	0

Задача 7.

Шлифовка коленвалов: приход вала через 60±50 мин, установка с помощью тельфера 10±5 мин, шлифовка 60±10 мин. Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), исследовать очередь, определить число поступивших и прошлифованных валов, определить загрузку оборудования.

```

; GPSS/PC Program File ОТКАЗ1.GP. (V 2, # 37349)
10 *VAL
20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-DETA1I
50         GENERATE   60,50
60         QUEUE     BANK
70         SEIZE     TEL
80         DEPART    BANK
90         SEIZE     STAN
100        ADVANCE   10,5
110        RELEASE   TEL
120        ADVANCE   60,10
130        RELEASE   STAN
140        TERMINATE
150 *2SEGMENT-VREMYA
160        GENERATE   480
170        TERMINATE 1
180 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
------------	----------	--------	------------	----------	-------------

0 120000 12 2 0 286546

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	2007	0	0
60	2	QUEUE	2007	289	0
70	3	SEIZE	1718	0	0
80	4	DEPART	1718	1	0
90	5	SEIZE	1717	0	0
100	6	ADVANCE	1717	0	0
110	7	RELEASE	1717	0	0
120	8	ADVANCE	1717	1	0
130	9	RELEASE	1716	0	0
140	10	TERMINATE	1716	0	0
160	11	GENERATE	250	0	0
170	12	TERMINATE	250	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TEL	1718	0.997	69.71	1	1933	0	0	0	289
STAN	1717	0.999	69.82	1	1932	0	0	0	1

ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
BANK	290	289	2007	5	151.37	9050.77	9073.37	0

Задача 8.

В дополнение к условию предыдущей задачи известна статистика по отказам станка: поломка происходит через 15 ± 8 часов, время на устранение отказа 4 ± 2 часа.

Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), исследовать очередь, определить число поступивших и прошлифованных валов, определить загрузку оборудования, сколько было поломок у станка и сколько времени затратили на ремонты.

; GPSS/PC Program File ОТКАЗ2.GP. (V 2, # 37349)

```

10 *VAL
20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-DETAI
50     GENERATE     60,50
60     QUEUE       BANK
70     SEIZE       TEL
80     DEPART     BANK
90     SEIZE       STAN
100    ADVANCE     10,5
110    RELEASE     TEL
120    ADVANCE     60,10
130    RELEASE     STAN
140    TERMINATE
150 *2SEGMENT-ОТКАЗИ
160    GENERATE     900,480
170    GATE U       STAN
180    FUNAVAIL     STAN
190    SEIZE       РАБОЧ
200    ADVANCE     240,120
210    FAVAIL      STAN
220    RELEASE     РАБОЧ
230    TERMINATE
240 *3SEGMENT-ВРЕМЯ
250    GENERATE     480
260    TERMINATE     1
270 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349)

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	120000	20	3	0	231560

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
------	-----	-----------	-------------	---------	-------

50	1	GENERATE	2019	0	0
60	2	QUEUE	2019	751	0
70	3	SEIZE	1268	0	0
80	4	DEPART	1268	1	0
90	5	SEIZE	1267	0	0
100	6	ADVANCE	1267	0	0
110	7	RELEASE	1267	0	0
120	8	ADVANCE	1267	1	0
130	9	RELEASE	1266	0	0
140	10	TERMINATE	1266	0	0
160	11	GENERATE	133	0	0
170	12	GATE	133	0	0
180	13	FUNAVAIL	133	0	0
190	14	SEIZE	133	0	0
200	15	ADVANCE	133	0	0
210	16	FAVAIL	133	0	0
220	17	RELEASE	133	0	0
230	18	TERMINATE	133	0	0
250	19	GENERATE	250	0	0
260	20	TERMINATE	250	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР. ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TEL	1268	0.998	94.47	1	1509	0	0	0	751
STAN	1400	0.998	63.17	1	1507	0	0	0	1
РАБОЧН	133	0.261	236.27	1	0	0	0	0	0

ОЧЕР.	MAX	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
BANK	751	751	2019	4	377.35	22428.23	22472.75	0

Задача 9.

В дополнение к условию предыдущей задачи известно: купили новый станок и запустили его в работу, старый также продолжает работать. У нового станка поломок в течение года не было, а старый ломался с той же периодичностью.

Промоделировать работу участка в течение года (250 рабочих дней по 8 часов каждый), определить число поступивших и прошлифованных каждым станком валов, определить загрузку оборудования, сколько было поломок у старого станка и сколько времени затратили на ремонты.

Сделать заключение о целесообразности дальнейшей эксплуатации старого станка.

```
; GPSS/PC Program File OTKAZ3.GP. (V 2, # 37349)
10 *VAL
20 *ISSL.RAB.OBOR
30 *VODOLAZKO
40 *1SEGMENT-DETAJI
50 GENERATE 60,50
60 QUEUE BANK
70 SEIZE TEL
80 DEPART BANK
90 TRANSFER BOTH,NOVSTAN,STSTAN
100 NOVSTAN SEIZE NOV
110 ADVANCE 10,5
120 RELEASE TEL
130 ADVANCE 60,10
140 RELEASE NOV
150 TERMINATE
160 STSTAN SEIZE STAR
170 ADVANCE 10,5
180 RELEASE TEL
190 ADVANCE 60,10
200 RELEASE STAR
210 TERMINATE
220 *2SEGMENT-OTKAZI
230 GENERATE 900,480
240 GATE U STAR
250 FUNAVAIL STAR
```

```

260      SEIZE      RABOCH
270      ADVANCE    240,120
280      FAVAIL     STAR
290      RELEASE    RABOCH
300      TERMINATE
310 *3SEGMENT-VREMYA
320      GENERATE    480
330      TERMINATE    1
340 *CONTROL CARDS

```

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 37349) стр. 1

НАЧ._ВРЕМЯ	КОН.ВРЕМ	БЛОКОВ	ОДНОКАН.АО	Мн.канАО	СВОБ.ПАМЯТЬ
0	120000	27	4	0	314578

№стр	МЕТ	ТИП_БЛОКА	СОДЕРЖ.БЛОК	ОСТАТОК	RETRY
50	1	GENERATE	2010	0	0
60	2	QUEUE	2010	0	0
70	3	SEIZE	2010	0	0
80	4	DEPART	2010	0	0
90	5	TRANSFER	2926	0	0
100	NOVSTAN	SEIZE	1223	0	0
110	7	ADVANCE	1223	0	0
120	8	RELEASE	1223	0	0
130	9	ADVANCE	1223	1	0
140	10	RELEASE	1222	0	0
150	11	TERMINATE	1222	0	0
160	STSTAN	SEIZE	787	0	0
170	13	ADVANCE	787	0	0
180	14	RELEASE	787	0	0
190	15	ADVANCE	787	0	0
200	16	RELEASE	787	0	0
210	17	TERMINATE	787	0	0
230	18	GENERATE	134	0	0
240	19	GATE	134	0	0
250	20	FUNAVAIL	134	0	0
260	21	SEIZE	134	0	0
270	22	ADVANCE	134	0	0
280	23	FAVAIL	134	0	0
290	24	RELEASE	134	0	0
300	25	TERMINATE	134	0	0
320	26	GENERATE	250	0	0
330	27	TERMINATE	250	0	0

ОДНОК.АО	ВХОДЫ	ЗАГР.	СР._ВРЕМЯ	ГОТОВНОСТ	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
TELF	2010	0.525	31.38	1	0	0	0	0	0
NOV	1223	0.711	69.78	1	2395	0	0	0	0
STAR	920	0.619	59.44	1	0	0	0	0	0
RAB	134	0.263	236.40	1	0	0	0	0	0

ОЧЕР.	МАХ	ОСТ.	ВХОДЫ	ВХОДЫ(0)	СР.ОЧЕРЕД	СР.ВРЕМЯ	ВРЕМ(-0)	RETRY
ОСНЕР	11	0	2010	1236	0.74	44.10	114.53	0

Вопросы и задачи для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины - вопросы и задачи для зачета.

а) вопросы для промежуточного контроля

- 1 На сколько этапов можно условно разбить процесс моделирования?
- 2 Почему процесс моделирования носит циклический характер?
- 3 К какому классу относятся математические модели?
- 4 Какой вид математического моделирования предпочтительнее использовать для моделирования сложных производственных процессов?
- 5 Какой метод моделирования предпочтительнее применить для апробации уже готовых проектных решений?
- 6 При использовании имитационного моделирования основной его функцией является:
- 7 Какую типовую математическую схему применяют для моделирования систем массового обслуживания?
- 8 При многоканальном обслуживании аппараты обслуживания соединяются:
- 9 Общецелевая система моделирования GPSS предназначена:
- 10 Какие объекты, при моделировании в системе GPSS, в процессе моделирования перемещаются по модели?
- 11 В каких случаях можно применить систему моделирования GPSS для решения оптимизационных задач?
- 12 Неоднородность транзактов в модели учитывается с помощью:
- 13 Статический приоритет транзактов это:
- 14 Что в системе GPSS-PC может быть принято за единицу времени?
- 15 Основными объектами пакета GPSS-PC являются:
- 16 В каком случае модель адекватна объекту:
- 17 При разработке имитационной модели процесс функционирования объекта описывается в виде:
- 18 Какой переменной описывается состояние аппарата обслуживания?
- 19 Концептуальная модель это:
- 20 Основные функции программы – симулятора в системе GPSS.
- 21 Динамическими объектами в системе GPSS являются:
- 22 Операционными объектами в системе GPSS являются:
- 23 Статистическими объектами в системе GPSS являются:
- 24 Если два транзакта ожидающие обслуживания имеют одинаковый приоритет, то какой из них поступит на обслуживание первым?
- 25 Поясните назначение блока GENERATE в системе GPSS.
- 26 Что определяет операнд А блока GENERATE?
- 27 Что определяет операнд В блока GENERATE?
- 28 Поясните назначение блока TERMINATE в системе GPSS.
- 29 Поясните назначение блока ADVANCE в системе GPSS.
- 30 Что определяет операнд А блока ADVANCE?
- 31 Что определяет операнд В блока ADVANCE?
- 32 Какие действия реализуют блоки SEIZE и RELEASE?
- 33 Какие действия реализуют блоки QUEUE и DEPART?

- 34 В каком блоке транзакты задерживаются в ожидании обслуживания, если возникает очередь?
- 35 В модели за единицу модельного времени принята 1 минута, через сколько минут завершится моделирование, если сегмент время имеет следующую запись:
GENERATE 360
TERMINATE 1
START 10
- 36 В модели за единицу модельного времени принята 1 минута, через сколько минут завершится моделирование, если сегмент время имеет следующую запись:
GENERATE 60
TERMINATE 1
START 8
- 37 Какая управляющая карта может использоваться для моделирования установившегося режима работы оборудования?
- 38 Какие действия реализует блок SPLIT?
- 39 Что позволяет выполнить блок LINK?
- 40 Что позволяет выполнить блок UNLINK?
- 41 Что позволяет выполнить блок ASSEMBLE?
- 42 Что позволяет выполнить блок FUNAVAIL?
- 43 Что позволяет выполнить блок FAVAIL?
- 44 Какой блок в модели может проверить доступен ли в данный момент определенный аппарат обслуживания.
- 45 Что определяет операнд A блока ASSEMBLE?
- 46 Каким способом можно промоделировать работу оборудования на предприятии одновременно за две смены продолжительностью по 8 часов каждая:
- 47 Каким способом можно промоделировать работу оборудования на предприятии отдельно только за вторую смену продолжительностью 8 часов, учитывая, что в первую смену предприятие тоже работало:
- 48 Что позволяет выполнить блок TRANSFER?
- 49 Что позволяет выполнить блок PREEMPT?
- 50 Что позволяет выполнить блок RETURN?
- 51 Какие действия реализуют блоки ENTER и LEAVE?
- 52 Что определяет операнд A карты STORAGE?
- 53 Поясните назначение карты STORAGE в системе GPSS.
- 54 Что определяет операнд A блока ENTER?
- 55 Что определяет операнд A блока LEAVE?
- 56 Какие действия реализуют блоки PREEMPT и RETURN?
- 57 Какие действия реализует блок GATE?
- 58 Дайте определение модели. Приведите примеры.
- 59 Дайте классификацию моделей.
- 60 Чем отличаются математические и имитационные модели?
- 61 Какие задачи решаются при построении уравнения регрессии?

- 62 Какие требования предъявляются к факторам, включаемым в уравнение регрессии?
- 63 Как проверяется значимость уравнения регрессии и отдельных коэффициентов?
- 64 Назовите этапы создания модели.
- 65 Поясните суть концептуальной модели.
- 66 Что такое адекватность модели?
- 67 Что такое планирование экспериментов?
- 68 Что такое планирование имитационных экспериментов по градиенту?
- 69 Дайте определение интервала варьирования.
- 70 В чем разница между аналитической и имитационной моделями?
- 71 Что такое вычислительный или компьютерный эксперимент?
- 72 Перечислите этапы (задачи этапов) компьютерного моделирования.
- 73 Поясните различие между модельным и реальным временем.
- 74 Перечислите элементы имитационной модели.
- 75 Дайте определение имитационному моделированию.
- 76 Какие средства программирования можно использовать для имитационного моделирования?
- 77 Можно ли совместить в одной модели аналитические и имитационные подходы в моделировании?

б) задачи для промежуточного контроля

1 Базовый модуль программы «Модель работы зерносушильного пункта»

Построить модель работы зерносушильного пункта. Автомобили ГАЗ-3507 привозят зерно от комбайнов на зерносушильный пункт с интервалом 30 ± 10 минут, грузоподъемность автомобиля 3,5 тонны. Зерно выгружается в приемный бункер сушильного комплекса (объем бункера 25 м^3 , плотность зерна $0,7 \text{ т/м}^3$). Загрузочная нория производительностью 10 ± 2 т/час подает зерно на сушку. Производительность сушилки 8 ± 3 т/ч. Из сушилки зерно выгружается выгрузной норией производительностью 10 ± 2 т/час. Сушильный пункт в течение дня работает в две смены, $T_{\text{см}} = 7$ часов.

Промоделировать работу сушильного пункта отдельно в первую и во вторую смену. Оценить степень загрузки нории и сушилки. Определить количество зерна, поступающее в течение дня. Исследовать достаточность емкости приемного бункера для обеспечения сбора и хранения поступающего зерна в течение дня.

Текст моделирующей программы

```

10 * ZSP
20 *issl.rab.oborud
30 *rabota 1
40 *popov
50 * 1 segment - zerno
60          GENERATE      1800,600
70          SPLIT         34,MET1

```

```

80 MET1      LINK          BUNK, FIFO, MET2
90 MET2      SEIZE         NOR1
100         ADVANCE       85, 35
110         UNLINK        BUNK, MET2, 1
120         SEIZE         SUSH
130         RELEASE       NOR1
140         ADVANCE       52, 20
150         SEIZE         NOR2
160         RELEASE       SUSH
170         ADVANCE       38, 8
180         RELEASE       NOR2
190         ASSEMBLE      35
200         TERMINATE
210 * 2 segment - time
220         GENERATE      25200
230         TERMINATE    1
240 * control cards
START      1
RESET
START      1
END

```

2 Изменение направления продвижения транзактов

В дополнение к условию предыдущей задачи (базовый модуль) известно, что на существующем ЗСП необходимо провести сортировку высушенного зерна. Поэтому к базовому модулю программы необходимо добавить подпрограмму разделения зерна на фракции, составленную в соответствии с вариантом задания.

Выполнить моделирование работы сушильного пункта во вторую смену и дать анализ его работы.

Варианты заданий

Вариант №1

При сушке зерна получается 80% качественного семенного зерна за один проход. Из оставшихся 20%: половина уходит на фураж, а вторую половину требуется отправить на повторную сушку. Из семенного зерна: 30% продано государству, остальное оставлено на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №2

После сушки зерна произвели его очистку и при проходе через семяочистительные машины отбраковали 5% этого зерна и отправили в отходы. Из оставшегося зерна получили 70% качественного семенного, которое поровну распределили в два склада (склад №1 и склад №2).

Остальное зерно пустили на фуражные цели: 15% отправили на мельницу для размола, остальное положили в склад фуражного зерна.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №3

При сушке семенного зерна получается 80% качественного семенного зерна за один проход. Из оставшихся 20%: половина уходит на фураж, а вторую половину требуется отправить на повторную сушку. Семенное зерно размещают в два склада: 40% в склад №1, остальное в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №4

После сушки семенного зерна на машинах вторичной очистки было выделено 30% фуражного зерна. Далее из оставшегося зерна на триерном блоке дополнительно было выделено 10% фуража. Семенное зерно разделили на две части: 60% оставили на складе в своем хозяйстве, остальное продали в соседнее хозяйство.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №5

При сушке семенного зерна на ЗСП 30% от общего потока зерна требуется повторная сушка. Полученное сухое зерно разделяют на семенное и фуражное. Фуражного выделяют 40%. Из семенного зерна 80% оставляют на своем складе, остальное продают в соседнее хозяйство. Фуражное зерно отправляют на фуражный склад.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №6

При сушке семенного зерна из-за нарушения технологического режима отбраковали 10% зерна. Половину из этого зерна отправили на корм скоту, а вторую половину на повторную сушку. Из семенного зерна 40% отправили в склад №1, а остальное в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №7

При сушке семенного зерна произошло нарушение технологического процесса и поэтому 40% от общего количества зерна пришлось отправить на повторную сушку.

После сушки произвели сортировку зерна и получили 80% качественного семенного и 20% фуражного зерна. Из семенного 60% отправили в склад №1, остальное в склад №2. Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №8

При сушке зерна на ЗСП 60% от общего объема было отправлено на фуражный склад. Оставшееся зерно пропустили через зерноочистительные машины и получили: 70% качественного семенного зерна и 30% фуража. Из семенного зерна 40% продали, остальное оставили на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №9

В результате контроля высушенного семенного зерна было отбраковано 30% от общего количества (зерно было пересушено). 40% из отбракованного отправили на корм скоту в свое хозяйство, а из оставшегося 60% продали государству и 40% в соседнее хозяйство. Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №10

Из общего количества зерна обработанного на ЗСП в течение двух смен (по 7 часов каждая) получили: 70% качественного семенного и 30% фуражного. Из семенного зерна 40% продали государству, остальное оставили на своем складе. Из фуражного 30% отправили на мельницу для размола, а 70% положили на склад фуражного зерна.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №11

Из зерна поступающего на ЗСП 30% имеет повышенную влажность и требует повторной сушки.

В результате сушки получают 70% качественного семенного зерна и 30% фуража. 40% из семенного зерна продают, остальное оставляют на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №12

После сушки зерна произвели его очистку. При проходе через семяочистительные машины 10% ушло в отходы. Из оставшегося зерна получили 60% качественного семенного, остальное зерно отправили на мельницу для размола на комбмкорм.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №13

При сортировке высушенного зерна 30% отправили на фураж. Из семенного зерна 40% продали в соседнее хозяйство, остальное семенное зерно заложили на хранение: 40% в склад №1 и 60% в склад №2.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

Вариант №14

При сортировке высушенного зерна получили 70% качественного семенного зерна, а остальное фураж. Из фуражного зерна 20% отправили на мельницу для размола на комбикорм, остальное положили в склад фуражного зерна. Из семенного зерна 30% продали государству, остальное оставили на складе в хозяйстве.

Промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов и дать анализ его работы.

3 Контроль качества, переналадка оборудования и моделирование многоканальных устройств

В дополнение к условию предыдущей задачи (базовый модуль) известно, что на существующем ЗСП необходимо ввести контроль качества сушки зерна. Произвольно отбирается из каждой тонны высушенного зерна $A\%$ и лаборантом или оператором производится его анализ. Контроль проводится любым свободным лаборантом, а если их нет, то любым свободным оператором. Время на проведение анализа T_1 .

В результате контроля выявлено, что процент брака достигает $B\%$. При появлении брака необходимо произвести переналадку оборудования. Переналадка производится любым свободным оператором. Число операторов и время переналадки T_2 задано в задании.

Из отбракованного зерна $C\%$ можно отправить на фураж, остальное на повторную сушку. Из семенного зерна $D\%$ продать, остальное отправить на склад.

К базовому модулю программы необходимо добавить подпрограмму, составленную в соответствии с вариантом задания и промоделировать работу ЗСП в течение 7 часов, дать анализ его работы.

Варианты заданий

Вариант	Количество лаборантов, чел	Количество операторов, чел	A, %	B, %	C, %	D, %	T_1 , мин	T_2 , мин
1	1	2	10	20	70	30	5 ± 2	4 ± 3
2	2	3	6	10	80	40	4 ± 3	6 ± 4
3	3	3	10	15	90	50	6 ± 4	4 ± 2
4	0	2	5	25	60	35	5 ± 1	5 ± 2
5	1	1	8	10	80	45	5 ± 3	6 ± 2
6	2	2	7	15	50	20	6 ± 4	4 ± 3
7	0	1	5	10	60	50	4 ± 2	6 ± 4
8	1	2	4	5	70	30	4 ± 3	5 ± 3
9	2	3	10	10	80	40	6 ± 2	5 ± 1
10	0	1	5	5	90	50	5 ± 2	5 ± 2
11	1	1	10	8	100	20	4 ± 3	4 ± 2
12	2	2	12	10	80	10	6 ± 4	5 ± 3
13	0	1	7	15	90	30	5 ± 3	6 ± 4
14	1	1	8	20	70	40	4 ± 2	5 ± 1
15	2	2	10	10	60	20	5 ± 3	6 ± 2
16	1	2	6	18	75	30	5 ± 2	4 ± 2
17	3	3	8	10	80	40	4 ± 3	6 ± 2

5.3 Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-51 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
51-64 баллов	удовлетворительно (зачтено)	пороговый
65-84 баллов	хорошо (зачтено)	базовый
85-100 баллов	отлично (зачтено)	повышенный

Критерии оценивания компетенций:

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый (удовлетворительный)	Базовый уровень (хорошо)	Повышенный уровень (отлично)
<p>ИД-1 <small>ОПК-3.</small> Анализирует методы и способы решения задач по разработке новых технологий в агроинженерии.</p> <p>ИД-2 <small>ОПК-3.</small> Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.</p>	Анализирует методы и способы математического моделирования при разработке новых технологий в агроинженерии.	Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики при разработке новых технологий в агроинженерии.	Владеет инструментами моделирования технических систем при разработке новых технологий в агроинженерии.
ИД <small>1 ПК-18.</small> Демонстрирует знания эксплуатационных показателей и методов их повышения при эксплуатации сельскохозяйственной техники.	Демонстрирует знания технологии и организации механизированных сельскохозяйственных работ, технического обслуживания и ремонта	Определяет источники, осуществляет поиск и анализ информации, необходимой для составления перспективных	Производит расчеты потребности организации в сельскохозяйственной технике, количества технических обслуживаний

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый (удовлетворительный)	Базовый уровень (хорошо)	Повышенный уровень (отлично)
<p>ИД 2 ПК-18. Осуществляет разработку способов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники.</p> <p>ИД 3 ПК-18. Оценивает экономические риски от внедрения новых методов повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники.</p>	<p>сельскохозяйственной техники, необходимые для сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования технологий и технологических процессов в области агроинженерии.</p>	<p>планов организации, умеет находить и рассчитывать параметры, знание которых необходимо для воплощения концептуальной модели процесса в математическую модель.</p>	<p>сельскохозяйственной техники, числа и состава специализированных звеньев для их проведения, владеет методами математического анализа при обработке полученных данных при проектировании и расчете технологий и технологических процессов</p>
<p>ИД 1 ПК-26. Демонстрирует знания методик проведения научных исследований, определения объекта и предмета исследований.</p> <p>ИД 2 ПК-26. Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области механизации, сельскохозяйственного производства с использованием известных методик.</p> <p>ИД 3 ПК-26. Анализирует результаты проведенных научных исследований и формулирует выводы.</p>	<p>Демонстрирует знания технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции и передового опыта в области эксплуатации сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции и владение методами построения математических моделей типовых профессиональных задач.</p>	<p>Определяет источники, осуществляет поиск и анализ информации, необходимые для проектирования технологических процессов, разрабатывает методику проведения вычислительного эксперимента на ЭВМ и определяет методы исследования математических моделей.</p>	<p>Разрабатывает маршрутную и операционную технологии для достижения заданной цели организует серию модельных экспериментов и интерпретирует полученные результаты, увязывая их с соответствующими технологиями.</p>

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Контрольные вопросы для самопроверки

Что такое ЧПУ.

Каковы преимущества от использования станков с ЧПУ.

Что такое УП.
Какая последовательность действий при разработке УП.
Какая технологическая документация выдается на производство с УП для станков с ЧПУ.
Структура УП.
Что такое кадр.
Геометрическая информация в УП.
Что такое подготовка УП.
Способы подготовки УП.
Анализ подготовки УП.
Какие системы координат существуют, их привязка.
Принцип подбора деталей для станков с ЧПУ.
Разработка траектории обрабатываемой детали. Опорные точки.
Построение эквидистанты.
Виды информации, кодируемой в УП.
Каковы принципы записи числа в двоично-десятичном коде.
Дать характеристику некоторым основным командам в G-кодах.
Охарактеризовать назначение вспомогательных (технологических) команд в M- кодах.
Системы координат используемые при написании УП.
Виды информации кодируемой в УП.
Каковы принципы записи числа в двоично-десятичном коде.
Дать характеристику некоторым основным командам в G-кодах.
Охарактеризовать назначение вспомогательных (технологических) команд в M- кодах.
Системы координат используемые при написании УП.
Типовые схемы плоской обработки.
Типовые схемы объемной обработки.
Виды плоских поверхностей.
Выбор режущего инструмента и параметров режимов резания.
Припуски на обрабатываемую поверхность.
Программирование при помощи подпрограмм.
Виды поверхностей. Основные переходы.
Последовательность обработки поверхностей.
Режущий инструмент, применяемый для обработки различных видов поверхностей.
Особенности обработки резьбовых поверхностей.
Особенности обработки канавок.
Схемы обработки поверхностей.
Особенности программирования при токарной обработке.
Виды отверстий.
Последовательность обработки.
Схемы обработки отверстий.
Стандартные циклы.
Выбор инструмента для обработки отверстий.
Выбор режимов резания.
Основные принципы автоматизации УП.
Уровни автоматизации.
Системы CAD/CAM/CAE.
Тенденции развития CAD/CAM/CAE.
Известные программы с модулями CAD/CAM/CAE.
Пульт СЧПУ.
Особенности работы в режиме AUTO.
Начало работы УП с любого кадра.
Основы наладки токарных станков с ЧПУ.
Привязка инструмента на токарном станке с ЧПУ.

Установка рабочей системы координат на токарном станке с ЧПУ – классический метод.
Установка рабочей системы координат на токарном станке с ЧПУ – автоматический метод.
Основы наладки фрезерных станков с ЧПУ.
Привязка инструмента (два метода). Привязка к нулю детали.

5.2.2 Примерные тестовые задания для зачета и экзамена

Управляющая программа это:

1. Программа, управляющая приводами станка, обеспечивает движения рабочих органов;
2. Программа, которая указывает путь обработки поверхностей;
3. Упорядоченный набор команд, с помощью которых осуществляются движения в
4. Набор кадров для обеспечения обработки контуров детали;
5. Программа, определяющая технологический процесс обработки детали.

Для чего используется код M5:

1. Отключение подачи СОЖ
2. Включение Шпинделя по часовой стрелке
3. Конец программы
4. Останов шпинделя
5. Включение стружкоотвода

Система координат, которая программируется при помощи кода G90:

1. Абсолютная
2. Инкрементная
3. Полярная
4. Декартова
5. Полюсная

В обозначениях моделей станков с программным управлением добавляют букву:

1. А
2. Б
3. В
4. Ф
5. М

Системы ЧПУ, характеризующиеся наличием одного потока информации, называются:

1. Адаптивными
2. Замкнутыми
3. Разомкнутыми
4. Неадаптивными
5. Основными

Как называется стандартный язык управления станком?

1. RoboCam
2. Cadcom
3. G&M
4. DIN-0993

5. 3-D Max

Коды с адресом M называются:

1. Основными
2. Вспомогательными
3. Наладочными
4. Подготовительными
5. Главными

Коды, которые действуют до конца программы либо пока их не отменит другой код, называются:

1. Основные
2. Относительные
3. Немодальные
4. Модальные
5. Главные

Коды отвечающие за линейные перемещения:

1. G2 G3
2. G1 G2
3. G0 G4
4. G1 G0
5. G1 G2

Каким кодом обозначается выбор инструмента?

1. S
2. T
3. F
4. D
5. M

Смещение точки отсчета относительно нулевой точки называется:

1. Координатой
2. Полюсом
3. Системой
4. Нулевой точкой
5. Опорной точкой

G коды называют:

1. Главными
2. Основными
3. Вспомогательными
4. Опорными
5. Программными

Каким кодом программируется вращение шпинделя по часовой стрелке:

1. M4
2. M6
3. M2
4. M5
5. M3

Круговые перемещения программируются при помощи кодов:

1. G1 G0
2. G2 G4
3. G3 G2
4. G4 G3
5. G0 G4

Самая распространенная на рынке станков стойка с ЧПУ

1. Sinumerik
2. Hendehein
3. Mazatroll
4. Fanuc
5. Sydec

Правило правой руки используют для определения:

1. Полюсов
2. Системы координат
3. Опорных точек
4. Принципа работы станка
5. Установки детали

Кнопка на панели управления стойкой ЧПУ для сброса программы называется:

1. Prog. Stop
2. Rewind
3. Repeat
4. Reset
5. Destroy

G41 код предназначен:

1. Ускоренного перемещения
2. Отключения коррекции инструмента
3. Включения коррекции инструмента
4. Включения подачи
5. Выключения подачи

Строка N30 T1 M6 предназначена для:

1. Установки инструмента в инструментальную головку
2. Коррекции инструмента по длине
3. Извлечения инструмента из станка
4. Прекращения обработки этим инструментом
5. Коррекция инструмента по радиусу

Код для задания количества оборотов шпинделя:

1. T
2. S
3. F
4. D
5. M

Строка N... M03 S400 предназначена для:

1. Включения шпинделя против часовой стрелки с 400 об/мин
2. Выключения шпинделя
3. Включения шпинделя по часовой стрелке с 400 об/мин
4. Включения СОЖ

5. Включение подачи

Код F предназначен для указания значения:

1. Подачи
2. Скорости резания
3. Частоты
4. Припуска
5. Оборотов

5.3 Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Шкала оценивания компетенций:

Оценка в 100-балльной шкале	Оценка в 5-ти балльной шкале	Уровень сформированности компетенций
0-54 баллов	неудовлетворительно (не зачтено)	недостаточный
55-69 баллов	удовлетворительно (зачтено)	базовый
70-85 баллов	хорошо (зачтено)	повышенный
86-100 баллов	отлично (зачтено)	

Критерии оценивания компетенций:

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый (удовлетворительный)	Базовый уровень (хорошо)	Повышенный уровень (отлично)
<p>ИД 1 ПК-12. Демонстрирует знания классов математических моделей, принципы их построения и область применения при проектировании технологических процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса.</p> <p>ИД 2 ПК-12. Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства.</p> <p>ИД 3 ПК-12. Пользуется общим и специальным программным</p>	<p>Демонстрирует знания классов математических моделей, принципы их построения и область применения при проектировании технологических процессов в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса.</p>	<p>Пользуется методами математического моделирования при проектировании процессов в инженерно-технической сфере сельского хозяйства.</p>	<p>Пользуется общим и специальным программным обеспечением при проектировании механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельском хозяйстве.</p>

Индикаторы достижения компетенций	Критерии оценивания компетенций		
	Пороговый (удовлетворительный)	Базовый уровень (хорошо)	Повышенный уровень (отлично)
обеспечением при проектировании механизированных и автоматизированных технологических процессов в сельском хозяйстве.			

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

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

Основная литература:

1. Моделирование в технических системах: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. - 90 с. – Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/622/download/> .
2. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебник / В. М. Градов [и др.]. - Электрон.дан. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 268 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1062639>.
3. Девятков, В.В. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Девятков, Т. В. Девятков, М. В. Федотов ; под ред. В. В. Девяткова. - Электрон.дан. - М. : Вузовский учебник : Инфра-М, 2019. - 283 с. - Внешняя ссылка: <http://znanium.com/go.php?id=1017978/> .
4. Акопов, А.С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для вузов / А.С. Акопов. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 389 с. - (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02528-6. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - Внешняя ссылка: <https://urait.ru/bcode/468919> .
5. Сосновиков, Г.К. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: учебное пособие / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. – Москва : ФОРУМ : ИНФА–М, 2020. - 112 с. - Внешняя ссылка: <https://new.znanium.com/read?id=355035> .
6. Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. - 56 с. - Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/608/download> .
7. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М.: Издательство Юрайт, 2019. - 295 с. - Внешняя ссылка: <https://booksee.org/book/599081> .
8. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 336 с. Внешняя ссылка: <http://znanium.com/catalog/product/10620692>.
9. Трусов А.Н. Проектирование автоматизированных технологических процессов: учебное пособие. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. – 136 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/105405>
10. Звонцов И.Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 588 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/169186>

11. Елагин В.В. Технологические основы обработки деталей в гибких автоматизированных производствах: учебное пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 136 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/159893>

Дополнительная литература:

- 1 Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс]: Учебник.- 2-изд./испр и доп.-СПб.: Издательство «Лань», 2014.-384 с. - Внешняя ссылка: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656 .
- 2 Имитационное моделирование досушивания рулонов льнотресты/ Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин// Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 4. С. 29–30.
- 3 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660010. Имитационная модель досушивания рулонов льнотресты / Шушков Р.А., Кузнецов Н.Н., Вершинин В.Н.; № 2014617810, заявлено 04.08.2014; бюл. № 10 (96) 2014, 20.10.2014.
- 4 Таранцев, А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. - 175 с. - Внешняя ссылка: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003412695> .
- 5 Вьюненко, Л.Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум для вузов / Л.Ф. Вьюненко, М.В. Михайлов, Т.Н. Первозванская; под редакцией Л.Ф. Вьюненко. - Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 283 с. - (Высшее образование).- ISBN 978-5-534-01098-5. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/468997>
- 6 Учебное пособие по GPSS World. /Перевод с английского./- Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002.
- 7 1. Васильев Е.В. Программирование для автоматизированного оборудования: учебное пособие. – Омск: ОмГТУ, 2019. – 88 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/149148>
- 8 2. Ловыгин А.А. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ-система. – Москва: ДМК Пресс, 2015. – 280 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/82824>
- 9 3. Копылов Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения: учебник – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 496 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/153940>
104. Копылов Ю.Р. Компьютерные технологии в машиностроении. Практикум: учебник. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 500 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/154119>
115. Зиновьев В.В. Моделирование систем при помощи компьютерной имитации и анимации: учебное пособие. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2010. – 118 с. Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/6604>

6.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

При изучении дисциплины «Моделирование в технических системах» самостоятельная работа студентов в основном реализуется в форме домашних заданий по следующим темам:

- разработка моделей с одноканальными устройствами, функционирующими в режиме занятия и освобождения устройства;
- моделирование случайных факторов в среде GPSS World (GPSS/PC);
- разработка моделей систем с многоканальными устройствами в среде GPSS World (GPSS/PC);
- имитационное моделирование сложных систем массового обслуживания;
- применение метода планирования эксперимента и имитационных моделей при поиске оптимальных решений задачи.

Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов представлено на образовательном портале ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется путем их индивидуальной защиты.

К самостоятельной работе студентов также относится:

- подготовка к тестированию и тестирование при текущем контроле знаний (на образовательном портале);
- подготовка к сдаче зачета методом тестирования в компьютерной программе «Тест офис».

- 1 Моделирование в технических системах: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. - 90 с. – Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/622/download/>
- 2 Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ: учебно-методическое пособие / Сост. В.Н. Вершинин. - Вологда - Молочное: Вологодская ГМХА, 2016. - 56 с. - Внешняя ссылка: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/608/download>

Самостоятельная работа студентов осуществляется на образовательном портале Вологодской ГМХА. Для методического обеспечения самостоятельной работы используется электронный курс «Цифровые технологии в сельскохозяйственном машиностроении», разработанный в среде MOODLE.

Электронный курс дисциплины включают методические рекомендации по изучению дисциплины, лекции, тесты, задания и методические указания.

Также самостоятельная работа заключается в подготовке к выполнению лабораторных работ, к промежуточной аттестации.

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень информационных справочных систем (при необходимости)

Информационные справочные системы

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам – режим доступа: <http://window.edu.ru/>,
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>,
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>,
- информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU– режим доступа: <http://www.garant.ru/>,
- автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия)
- режим доступ: <http://gtexam.ru/>.

Профессиональные базы данных

- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>,
- наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>,
- официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ),
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ),
- официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcx.ru/> (Открытый доступ).

Электронные библиотечные системы:

- электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC,
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>,
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znanium.com/>,
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>,
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>,
- электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО),
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>.

6.4 Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая программное обеспечение

В качестве программного обеспечения используются программы: операционные системы Microsoft Windows 10, Microsoft Windows Professional 8 Pro, Microsoft Windows Professional/ Starter, Microsoft Windows XP, офисные пакеты Microsoft Office Professional Plus 2003/2007/2010, Microsoft Office Standart 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Системы автоматизированного проектирования (САПР): AutoCAD 2016 Academic Edition, SolidWorks Education Edition, КОМПАС-3D версии v18.1, v19; система моделирования GPSS World Student Version; виртуальные

лаборатории: электротехника, теплотехника, гидравлика; программный пакет для статистического анализа STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows; Виртуальный практикум по физике в двух частях (Физикон); Прием экзаменов Web. Гостехнадзор; Система параллельного вождения НК "Агронавигатор плюс"+ Тренажер-симулятор.

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) необходима следующая материально-техническая база:

Компьютерные классы 4202, 4203. Стандартное оборудование для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, другое оборудование.

В компьютерных классах установлены средства MS Office 7 :Word, Excel; GPSS World; GPSS/PC. Печатающие устройства (принтеры): два на п/группу.

Для приобретения студентами навыков разработки управляющих программ, их ввода и корректировки используется программный комплекс «Автоматизированное место оператора-наладчика станков с ЧПУ и станочных систем».

Также в учебном процессе задействованы специализированные учебные аудитории, оснащенные следующим оборудованием для металлообработки:

- лаборатория обработки материалов резанием:

 - токарно-винторезные станки 16К20, 16Б05АФ10;

 - горизонтально-фрезерный станок 6Р81;

- механическая мастерская:

 - токарно-винторезные станки 1А62, 1617, М61, 1Е61М;

 - плоскошлифовальный станок 3Г71;

 - вертикально-фрезерный станок 6Н11;

 - поперечно-строгальные станки 725, 7Б35;

 - ножовочная пила 872;

 - точильно-шлифовальный станок ТШН-400;

- лаборатория дефектации и восстановления деталей:

 - специализированный круглошлифовальный станок 3А423;

 - вертикально-расточной станок 278;

 - вертикально-хонинговальный станок 3Г833.

Все металлорежущие станки оснащены необходимыми приспособлениями и инструментами.

8 Особенности реализации дисциплины (модуля) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.