

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор  
ГГТУ им. П.О.Сухого

  
О.Д.Асенчик

(подпись)

28.06. 2017

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 27-28/уч.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по  
направлениям)  
направление специальности 1-53 01 01-01 Автоматизация технологических  
процессов и производств (машиностроение и приборостроение)  
специализация 1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки  
производства

2017

Учебная программа составлена на основе:

образовательного стандарта «ОСВО 1-53 01 01-2013 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» и учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям), направление специальности 1-53 01 01-01 Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение), специализация 1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки производства: № I 53-1-36/уч. 17.04.2014, № I 53-1-05/уч. 11.02.2016

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.С. Мурашко, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Е.И.Сукач, доцент кафедры «Математические проблемы управления» учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины», кандидат технических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 11 от 09.06.2017);

Научно-методическим советом машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 10 от 26.06.2017); УД-ТМ-235/42

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 27.06.2017).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Математическое моделирование и методы исследования операций» для специальности 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям), направление специальности 1-53 01 01-01 Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение), специализация 1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки производства разработана на основании образовательного стандарта РБ «ОСВО 1-53 01 01-2013 Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» и учебных планов специальности.

## Цель и задачи учебной дисциплины

Математическое моделирование технологических процессов является эффективным средством анализа технологии производства на предмет её возможной модернизации. Результаты математического моделирования в совокупности с данными научных исследований позволяют объективно рассматривать решение о необходимости модернизации производства или внедрении нового технологического процесса на предприятии.

Цель преподавания дисциплины «Математическое моделирование и методы исследования операций» – овладение методикой операционного исследования, приобретение навыков разработки и использования математических моделей для описания, исследования и оптимизации процессов в машиностроении.

Основные задачи дисциплины «Математическое моделирование и методы исследования операций» состоят:

- в обучение приемам и методам исследования операций;
- в изучении общих понятий математического моделирования процессов в машиностроении (структуры, классификации и областей применения математических моделей, предъявляемых к ним требований);
- в изучении теоретических основ математического моделирования и оптимизации процессов в машиностроении;
- в изучении вопросов математического моделирования физических процессов в технологических системах;
- в приобретении практических навыков, необходимых для разработки алгоритмов решения проектных и научно-исследовательских задач, связанных с математическим моделированием.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Математическое моделирование и методы исследования операций» является связующим звеном между общепрофессиональными и специальными дисциплинами. Для успешного освоения данной дисциплины студентам необходимо иметь знания по следующим дисциплинам: «Математика», «Информатика», «Алгоритмизация и программирование», «Машинная графика», «Основы технологии машиностроения и приборостроения», «Технология материалов».

#### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:  
*иметь представления*

- о современных тенденциях развития методов, средств и систем технологического обеспечения машиностроительных производств;
- о математическом моделировании;
- о математических моделях технических объектов;
- о задачах оптимизации;

*знать*

- основные математические модели исследования операций;
- основные принципы и этапы построения математических моделей в машиностроительном производстве;
- виды математических моделей для решения различных задач, возникающих при проектировании технологических процессов и в машиностроительном производстве;

*уметь*

- строить математические модели технологических процессов и машиностроительного производства;
- решать технологические задачи с использованием математического аппарата, в том числе с помощью компьютерных прикладных программ или разрабатывать свои алгоритмы для их решения;
- анализировать и прогнозировать технологические процессы, опираясь на результаты, полученные путем математического моделирования;

*владеть*

- терминологией дисциплины;
- навыками выбора математических моделей исследования операций и их использованием при решении практических задач;
- навыками построения и анализа математических моделей;
- навыками работы с прикладными программами и уметь применить их к решению задач моделирования.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» студент должен обладать определенными компетенциями.

*Академическими:*

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

АК-11. Применять методы математической статистики при обработке данных эксперимента при исследовании объектов автоматизации.

*Социально-личностными:*

СЛК- 1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК- 2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК- 3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК- 5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК- 6. Уметь работать в команде.

СЛК-8. Иметь способность находить правильные решения в условиях чрезвычайных ситуациях.

*Профессиональными:*

производственно-технологическая деятельность и ремонтно-эксплуатационная деятельность

ПК-2. Использовать современные информационные, компьютерные технологии программирования контроллеров, эксплуатировать технические средства систем автоматизации.

ПК-9. Внедрять современные технологии автоматизированного управления производством отраслей направлений.

ПК-11. Внедрять современные микропроцессорные системы автоматизации, осуществлять переналадку оборудования.

организационно-управленческая деятельность

ПК-17. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-20. Готовить доклады, материалы к презентациям.

ПК-21. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-22. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

проектно-конструкторская деятельность

ПК-24. Находить оптимальные проектные решения.

ПК-25. Участвовать в создании необходимой информационной базы объектов-аналогов.

научно-исследовательская деятельность

ПК-27. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой в области автоматизации.

ПК-28. Выбирать оптимальные варианты проведения научно-исследовательских работ.

ПК-29. Заниматься научным анализом и совершенствованием современных технологий производств на основе средств оптимизации.

ПК-31. Выбирать методы оптимизации производственных процессов с учетом особенностей отраслей специализации.

ПК-32. Участвовать в создании современных информационных технологий и автоматизации управленческой деятельности производств, обеспечивать функционирование системы контроля и управления качеством. инновационная деятельность

ПК-33. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по инновационным проектам и решениям, проводить патентные исследования..

ПК-36. Оценивать мобильность ресурсов для создания систем автоматизации.

Знания и умения, приобретенные в результате изучения дисциплины «Математическое моделирование и методы исследования операций», могут быть использованы при изучении следующих дисциплин специальности 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям), направление специальности 1-53 01 01-01 Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение), специализация 1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки производства: «Технология обработки на станках с ЧПУ», «Автоматизация производственных процессов», «Технология компьютерного проектирования», «Информационные системы в САПР», «Автоматизированные системы ТПП», «Геометрическое моделирование в САПР».

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Математическое моделирование и методы исследования операций», в соответствии с учебными планами по специальности 1-53 01 01 Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям), направление специальности 1-53 01 01-01 Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение), специализация 1-53 01 01-01 02 Автоматизация технологической подготовки производства составляет для дневной формы получения образования – 234 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 5,5 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Курс	4
Семестр	7,8
Лекции (часов)	51
Лабораторные занятия (часов)	68
Всего аудиторных (часов)	119
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине	
Экзамен (семестр)	7
Зачет (семестр)	8
Курсовая работа	8

Библиотека ГГТУ им. П.О.Скурятова

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1 Основные понятия математического моделирования и исследования операций в машиностроении

Тема 1.1 Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении

Понятие моделирования. Классификация видов моделирования. Виды математических моделей. Классификация математических моделей. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы решения задачи методом математического моделирования. Понятие компьютерного моделирования. Погрешности результатов при математическом моделировании

Тема 1.2 Основы теории принятия решений

Общие положения теории принятия решений. Этапы принятия решений. Общие подходы и рациональные процедуры принятия решений. Основные понятия исследования операций. Постановка задач для принятия оптимальных решений. Методология и методы принятия решений

Раздел 2 Задачи и методы исследования операций

Тема 2.1 Цель и задачи исследования операций.

Модель и эффективность операции. Общая постановка задачи исследования операций

Тема 2.2 Методы оптимизации

Классические методы оптимизации: метод прямого перебора, метод дифференциального исчисления, метод множителей Лагранжа. Методы поиска экстремума унимодальных функций: метод дихотомии, метод Фибоначчи, метод золотого сечения. Методы направленного поиска: метод поочередного изменения параметров, метод градиента, метод наискорейшего спуска (подъема). Методы случайного поиска. Метод Монте-Карло.

Раздел 3 Решение технологических задач с помощью теории графов

Тема 3.1 Основы теории графов

Теоретико-множественное определение графов. Матричные способы задания графов. Упорядочение элементов орграфа. Алгоритм Фалкерсона. Матричный способ упорядочивания вершин на примере орграфа

Тема 3.2 Практические приложения теории графов в машиностроении

Задача о кратчайшем пути. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами единичной длины. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины. Нахождение длиннейшего пути в графе с ребрами произвольной длины. Формирование технологических операций. Балансировка технологического маршрута. Оснащение обрабатывающего центра



Раздел 4 Использование методов математического программирования при решении технологических задач

Тема 4.1 Математическое программирование. Линейное программирование

Основные понятия. Формы записи задачи линейного программирования. Некоторые модели задач линейного программирования: задача о выборе оптимальных технологий, задача оптимального использования ресурсов, задача о распределении производственной программы (о размещении заказов или загрузке взаимозаменяемых групп оборудования), задача загрузки невзаимозаменяемых групп оборудования, задачи распределения производственной программы по календарным периодам, задача производственного планирования, задача о смесях, задача о раскрое материалов

Тема 4.2 Методы решения задачи линейного программирования (ЗЛП)

Графический метод решения ЗЛП. Решение задач линейного программирования симплексным методом. Симплексное преобразование. Указания к нахождению начального опорного плана. Нахождение оптимального плана. Двойственность задач линейного программирования. Влияние изменения параметров исходной задачи на значение целевой функции. Совместное решение двойственных задач

Тема 4.3 Транспортные задачи

Постановка и типы транспортной задачи. Определение исходного опорного плана: правило «северо-западного угла», правило «северо-западного угла», способ аппроксимации Фогеля. Метод потенциалов. Оптимальные назначения или проблема выбора. Венгерский метод. Оптимальное закрепление за станками операций по обработке деталей. Задачи размещения с учетом транспортных и производственных затрат

Тема 4.4 Дискретная оптимизация

Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Классификация математических моделей дискретного программирования. Метод отсечения. Алгоритм Р. Гомори решения задачи целочисленного программирования

Тема 4.5 Использование метода ветвей и границ при решении технологических задач

Суть метода ветвей и границ. Задача целочисленного (частично целочисленного) программирования. Задача о коммивояжере. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ (алгоритм Литтла). Задача о коммивояжере с заданным началом и минимальным путем. Решение задачи коммивояжера методом «ближайшего соседа».

Тема 4.6 Использование динамического программирования при решении технологических задач

Простейшие задачи динамического программирования. Функциональные уравнения Беллмана. Решение задачи коммивояжера методом динамического программирования. Перевозка грузов с минимальными затратами. Оптимальное распределение денежных средств

между предприятиями. Оптимальная политика замены оборудования.  
Оптимальное управление поставками сырья

Раздел 5 Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний

Тема 5.1 Задачи теории расписаний и алгоритмы их решения

Анализ задач теории расписаний. Классификация задач теории расписаний. Формы представления расписаний. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим устройством. Постановка задачи и критерии эффективности. Алгоритмы решения задач с одним станком (обслуживающим прибором). Задача теории расписаний с двумя станками. Постановка задачи и алгоритм Джонсона. Смешанный вариант задачи Джонсона. Задача теории расписаний с тремя и более последовательными обслуживающими устройствами. Общее решение задачи Джонсона методом ветвей и границ. Формирование расписания работы оборудования методами линейного и динамического программирования

Раздел 6 Моделирование технологических задач на основе теории игр

Тема 6.1 Использование матричных игр при решении технологических задач

Некоторые основные понятия теории игр. Матричные игры. Решение матричных игр в чистых стратегиях. Решение матричных игр в смешанных стратегиях. Свойства оптимальных смешанных стратегий. Численные методы решения матричных игр. Связь теории игр с линейным программированием

Тема 6.2 Игры с природой. Критерии для принятия решений

Игры с природой. Принцип недостаточного основания Лапласа. Критерий Байеса. Максиминный критерий Вальда. Критерий минимального риска Сэвиджа. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица

Раздел 7 Системы массового обслуживания

Тема 7.1 Задачи массового обслуживания

Общая характеристика систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики. Задачи анализа одноканальных систем массового обслуживания. Задачи анализа многоканальных систем массового обслуживания. Задачи синтеза (оптимизации) одноканальной замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием. Задачи синтеза (оптимизации) многоканальной замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием

Раздел 8 Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем

Тема 8.1 Планирование и проведение эксперимента

Основные понятия и определения. Планирование эксперимента. Выбор уровней факторов. Ортогональное планирование второго порядка. Рототабельное планирование экспериментов

Тема 8.2 Регрессионные модели с одной входной переменной

Основные понятия. Адекватность регрессионных моделей. Точность регрессионных моделей. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной

Тема 8.3 Регрессионные модели с несколькими входными переменными

Многофакторная (множественная) линейная регрессия. Матричный подход к определению коэффициентов регрессии. Оценка адекватности и точности многофакторной линейной модели. Линейные регрессионные модели с несколькими входными переменными. Нелинейные регрессионные модели с несколькими входными переменными. Шаговые методы построения регрессионных моделей

Тема 8.4 Интерпретация и оптимизация регрессионных моделей

Интерпретация модели. Оптимизация модели

## ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы – закрепления навыков разработки и использования математических моделей для описания, исследования и оптимизации процессов в машиностроении.

Количество часов, отводимых на курсовую работу – 40, 1 зачетная единица.

Курсовая работа должна содержать теоретический раздел, в котором представлены теоретические и алгоритмические основы используемой оптимизационной модели для решения задач конкретной предметной области, и практический раздел, в котором представлена практическая (программная) реализация.

Пояснительная записка должна состоять из следующих составных частей:

Титульный лист

Подписанное задание на курсовую работу

Реферат

Содержание

Введение

1. Цель и задачи моделирования

2. Математическое описание объекта моделирования

3. Алгоритм реализации задачи

4. Программная реализация задачи

5. Исходные данные для моделирования

6. Результаты расчета и их анализ

Литература

Приложения

Объем – не менее 30 страниц пояснительной записки (без приложений).

Примерный перечень тем курсовых работ:

1. Оптимизация режимов резания при сверлении
2. Оптимизация режимов резания при рассверливании, зенкерования, развертывании
3. Оптимизация режимов резания при фрезеровании
4. Оптимизация режимов резания при шлифовании периферией круга
5. Оптимизация режимов резания при шлифовании торцом круга
6. Оптимизация режимов резания при бесцентровом шлифовании
7. Оптимизация режимов при нарезании резьбы резцами
8. Оптимизация режимов при зубофрезеровании и шлицефрезеровании
9. Оптимальное закрепление за станками операций по обработке деталей
10. Применение метода Монте-Карло для решения многомерных задач оптимизации
11. Применение методов дискретного программирования для решения оптимизационных задач в машиностроении
12. Оптимальная политика замены оборудования
13. Оптимальное управление поставками сырья
14. Применение метода Бокса-Уилсона для нахождения оптимальных параметров режущего инструмента
15. Применение ротатбельного планирования второго порядка для исследования торцового фрезерования
16. Исследование влияния основных факторов процесса хонингования на шероховатость обработанной поверхности
17. Исследование упругой характеристики системы шпиндель – деталь токарного станка
18. Применение некомпозиционных планов второго порядка для получения модели объекта адаптивного управления
19. Применение ротатбельного планирования второго порядка для минимизации шероховатости поверхности при обработке материалов резанием
20. Применение линейного программирования для поиска условного оптимума функции отклика
21. Применение некомпозиционных планов второго порядка при исследовании вибродуговой наплавки

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ  
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 семестр								
1	Основные понятия математического моделирования и исследования операций в машиностроении							
1.1	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении	1						Э
1.2	Основы теории принятия решений	1						Э
2	Задачи и методы исследования операций							
2.1	Цель и задачи исследования операций	1						Э
2.2	Методы оптимизации	3			6			Э, ЗЛР
3	Решение технологических задач с помощью теории графов							
3.1	Основы теории графов	2						Э
3.2	Практические приложения теории графов в машиностроении	2			4			Э, О, ЗЛР
4	Использование методов математического программирования при решении технологических задач							
4.1	Математическое программирование. Линейное программирование	2						Э
4.2	Методы решения задачи линейного программирования	4			4			Э, О, ЗЛР
4.3	Транспортные задачи	4			4			Э, ЗЛР
4.4	Дискретная оптимизация	3			4			Э, ЗЛР
4.5	Использование метода ветвей и границ при решении технологических задач	4			4			Э, О

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.6	Использование динамического программирования при решении технологических задач	3			4			Э, О, ЗЛР
Всего 7 семестр		34			34			
8 семестр								
6	Моделирование технологических задач на основе теории игр							
6.1	Использование матричных игр при решении технологических	3			6			З, О, ЗЛР
6.2	Игры с природой. Критерии для принятия решений	2			4			З, О, ЗЛР
7	Системы массового обслуживания							
7.1	Задачи массового обслуживания	4			6			З, О, ЗЛР
8	Экспериментальные методы построения математических моделей и технических систем							
8.1	Планирование и проведение эксперимента	2			6			З, О, ЗЛР
8.2	Регрессионные модели с одной входной переменной	2			4			З, О, ЗЛР
8.3	Регрессионные модели с несколькими входными переменными	2			4			З, О, ЗЛР
8.4	Интерпретация и оптимизация регрессионных моделей	2			4			З, О, ЗЛР
Всего 8 семестр		17			34			
Всего за курс		51			68			

Принятые обозначения: О- отчет по лабораторной работе; ЗЛР- защита лабораторной работы; З- зачет; Э- экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Волков И. К., Загоруйко Е. А. Исследование операций: учеб. для вузов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 436 с.
2. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика. Математическое программирование: учеб. пособие для эконом. спец. вузов. – Минск: Выш. шк., 1994. – 221 с.
3. Кузнецов А.В., Холод Н.И. Математическое программирование: учеб. – 2-ое изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. шк., 2001. – 351 с.
4. Кузнецов А.В., Холод Н., Костевич Л.С. Руководство к решению задач по математическому программированию: учеб. пособие. – 2-ое изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. шк., 2001. – 448 с.
5. Мурашко, В. С. Математическое моделирование и алгоритмизация инженерных задач: учебное пособие для вузов / В. С. Мурашко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012 – 225 с.
6. Мурашко, В. С. Математическое моделирование и алгоритмизация инженерных задач: лабораторный практикум для вузов / В. С. Мурашко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012 – 151 с.
7. Сборник задач и упражнений по высшей математике: Математическое программирование: учеб. пособие. / Под общ. ред. Кузнецова А.В., Рутковского Р.А. – 2-ое изд., перераб. и доп. – Минск: Выш. шк., 2002. – 447 с.
8. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов. – Минск: Дизайн ПРО, 1997. – 640 с.

## Дополнительная литература

9. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – Москва: Наука, 1988. – 208 с.
10. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – Москва: Радио и связь, 1983. – 416 с.
11. Костевич, Л. С. Математическое программирование: Информационные технологии оптимальных решений: учебное пособие для вузов – Минск :Новое знание, 2003. – 424 с.
12. Кузнецов Ю. И. Математическое программирование: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. школа, 1980. – 300 с.
13. Пляскин И.И. Оптимизация технических решений в машиностроении. – Москва: Машиностроение, 1982. – 176 с.
14. Просветов Г. И. Дискретная математика: задачи и решения: учеб. пособие. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 222 с.

15. Солонин И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения. – Москва: «Машиностроение», 1972. – 216с.

Электронные учебно-методические комплексы

16. Мурашко, В. С. Математическое моделирование и алгоритмизация инженерных задач: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В. С. Мурашко. – Гомель: ГГТУ, 2010. – 1 папка – Режим доступа: [elib.gstu.by](http://elib.gstu.by)

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

17. Мурашко В.С. Практическое пособие к выполнению лабораторных работ по курсу «Математическое моделирование технологических задач в машиностроении» для студ. спец. Т.03.01.01 «Технология машиностроения» – Гомель: ГГТУ, 1999. – 60с. (М/УК 2416)
18. Мурашко В.С. Практическое пособие «Оптимизация режимов резания» по курсу «Математическое моделирование технологических задач в машиностроении» для студ. спец. Т.03.01.01 «Технология машиностроения» очной и заочной форм обучения – Гомель: ГГТУ, 2003. – 35с. (М/У 2866)
19. Мурашко В.С. Ротатбельное планирование многофакторного эксперимента второго порядка: практикум по курсу «Основы САПР» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» днев. и заоч. форм обучения/ В. С. Мурашко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 59 с. – Режим доступа: [elib.gstu.by](http://elib.gstu.by)
20. Пакет офисных программ OpenOffice.org
21. Система машинной графики AutoCAD
22. Проектор

*Список литературы сверен М (Гомельск. У.В.)*



## Примерный перечень тем лабораторных работ

- 1 Методы одномерной оптимизации
- 2 Регулярные методы оптимизации. Методы направленного поиска
- 3 Методы случайного поиска
- 4 Оптимизация оснащения обрабатывающего центра
- 5 Формирование технологических операций
- 6 Балансировка технологического маршрута
- 7 Задача о смесях
- 8 Задача о распределении производственной программы (о размещении заказов или загрузке взаимозаменяемых групп оборудования)
- 9 Задача загрузки невзаимозаменяемых групп оборудования
- 10 Оптимизация раскроя промышленных материалов
- 11 Оптимизация режимов резания методом линейного программирования
- 12 Оптимизация последовательности переналадок технологической линии
- 13 Оптимизация последовательности горячей обработки деталей
- 14 Оптимизация порядка обработки деталей на трех станках
- 15 Численные методы решения матричных игр
- 16 Оптимизация работы машиностроительного завода, представленного в виде открытой сети Джексона
- 17 Задача синтеза (оптимизации) многоканальной замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием
- 18 Математическое моделирование процесса обработки поверхности
- 19 Построение нормативной зависимости затрат времени на перемещение детали с использованием ротатбельного планирования
- 20 Получение математической модели изменения температуры в зоне резания
- 21 Исследование качества обработанной поверхности от основных факторов. Дисперсионный анализ. Латинские квадраты.

## Перечень методов (технологий) обучения

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемое на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях;
- использование модульно-рейтинговой оценки знаний.

## Организация и выполнение самостоятельной работы

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя.

#### Перечень средств диагностики компетенции студента

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- тестирования по изученному материалу;
- отчеты по лабораторным работам с их устной и тестовой защитой;
- сдача экзамена;
- сдача зачета;
- защита курсовой работы.

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

#### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

#### Вопросы для самостоятельной работы студентов

1. Основные определения: виды моделей и моделирования
2. Классификация математических моделей.
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям
4. Этапы решения задачи методом математического моделирования.
5. Погрешности результатов при математическом моделировании.
6. Общая схема процесса компьютерного математического моделирования.
7. Модель и эффективность операции.
8. Общая постановка задачи исследования операций
9. Классические методы оптимизации: метод прямого перебора, метод дифференциального исчисления, метод множителей Лагранжа. Методы поиска экстремума унимодальных функций: метод дихотомии, метод Фибоначчи, метод золотого сечения.

10. Методы направленного поиска: метод поочередного изменения параметров, метод градиента, метод наискорейшего спуска (подъема).
11. Методы случайного поиска. Метод Монте-Карло Теоретико-множественное определение графов.
12. Матричные способы задания графов.
13. Алгоритм Фалкерсона (графический метод).
14. Алгоритм Фалкерсона (матричный способ)
15. Нахождение кратчайшего пути в графе с ребрами произвольной длины.
16. Нахождение длиннейшего пути в графе с ребрами произвольной длины
17. Формирование технологической операции.
18. Балансировка технологического маршрута.
19. Оснащение обрабатывающего центра.
20. Математическое программирование. Основные определения.
21. Задача о выборе оптимальных технологий.
22. Задача оптимального использования ресурсов.
23. Задача о смесях.
24. Задача о раскрое материалов.
25. Формы записи задачи линейного программирования.
26. Графический метод решения задачи линейного программирования.
27. Решение задач линейного программирования симплексным методом.
28. Симплексное преобразование.
29. Нахождение начального опорного плана.
30. Нахождение оптимального плана.
31. Двойственность задач линейного программирования.
32. Совместное решение двойственных задач.
33. Постановка и типы транспортной задачи.
34. Нахождение исходного опорного плана транспортной задачи методом «северо-западного угла»
35. Нахождение исходного опорного плана транспортной задачи по правилу «минимального элемента».
36. Нахождение исходного опорного плана транспортной задачи способом аппроксимации Фогеля.
37. Нахождение оптимального плана транспортной задачи методом потенциалов.
38. Оптимальные назначения или проблема выбора.
39. Венгерский метод.
40. Оптимальное закрепление за станками операций по обработке деталей.
41. Постановка задачи целочисленного программирования.
42. Классификация математических моделей дискретного программирования.
43. Метод отсечения. Алгоритм Р. Гомори решения задачи целочисленного программирования.
44. Суть метода ветвей и границ.

45. Задача о коммивояжере.
46. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ (алгоритм Литтла).
47. Решение задачи коммивояжера на максимум.
48. Задача о коммивояжере с заданным началом и минимальным путем.
49. Решение задачи коммивояжера методом «ближайшего соседа».
50. Оптимизация горячей обработки деталей. Правило построения графика Ганта.
51. Функциональные уравнения Беллмана.
52. Решение задачи коммивояжера методом динамического программирования.
53. Использование функциональных уравнений Беллмана: пример определение маршрута доставки груза, которому соответствуют наименьшие затраты.
54. Оптимальное распределение денежных средств между предприятиями.
55. Классификация задач теории расписаний
56. Задачи теории расписаний. Формы представления расписаний.
57. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим устройством. Критерии эффективности.
58. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим устройством. Алгоритм реализации критерия максимальный штраф, связанный с опозданием в выполнении работ.
59. Задачи теории расписаний с одним обслуживающим устройством. Алгоритм реализации минимальной суммы штрафов, связанных с ожиданием работы в системе.
60. Задача теории расписаний с двумя станками (последовательными обслуживающими устройствами).
61. Задачи теории расписаний с двумя обслуживающими устройствами. Алгоритм Джонсона.
62. Обобщенная задача теории расписаний с двумя обслуживающими устройствами. Смешанный вариант задачи Джонсона.
63. Частные случаи теории расписаний для трех обслуживающих устройств.
64. Некоторые основные понятия теории игр.
65. Матричные игры. Решение матричных игр в чистых стратегиях.
66. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.
67. Свойства оптимальных смешанных стратегий.
68. Численные методы решения матричных игр. Связь теории игр с линейным программированием.
69. Игры с природой. Принцип недостаточного основания Лапласа.
70. Игры с природой. Критерий Байеса.
71. Игры с природой. Максиминный критерий Вальда.
72. Игры с природой. Критерий минимального риска Сэвиджа.
73. Игры с природой. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица.
74. Общая характеристика систем массового обслуживания.

75. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.
76. Исследование влияния технологических факторов на точность обработки и шероховатость поверхности. Обработка экспериментальных данных по способу наименьших квадратов.
77. Статистический анализ посредством больших выборок.
78. Статистический анализ посредством малых выборок.
79. Планирование и проведение эксперимента. Основные понятия и определения. Планирование эксперимента.
80. Выбор уровней факторов.
81. Ортогональное планирование второго порядка.
82. Рототабельное планирование экспериментов.
83. Регрессионные модели с одной входной переменной. Виды регрессионных моделей с одной входной переменной.
84. Регрессионные модели с несколькими входными переменными.
85. Линейные регрессионные модели с несколькими входными переменными.
86. Нелинейные регрессионные модели с несколькими входными переменными.
87. Шаговые методы построения регрессионных моделей.
88. Интерпретация и оптимизация регрессионных моделей.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
«Автоматизированные системы ТПП»	Технология машиностроения	<i>нет</i> <i>Проф. М.П. Вульф</i>	
«Геометрическое моделирование в САПР»	Технология машиностроения	<i>нет</i> <i>Проф. М.П. Вульф</i>	
«Информационные системы в САПР»	Технология машиностроения	<i>нет</i> <i>Проф. М.П. Вульф</i>	