

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.09

Модели и методы управления в производственных системах

Учебный план: 2026-2027 15.04.04 ИИТА Автоматизация и управление ОО №2-1-88.plx

Кафедра: **1** Автоматизации производственных процессов

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Автоматизация и управление
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	32	32	53	27	4	Экзамен
	РПД	32	32	53	27	4	
Итого	УП	32	32	53	27	4	
	РПД	32	32	53	27	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Архипов А.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
производственных процессов

Энтин Виталий Яковлевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Энтин Виталий Яковлевич

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Продолжить формирование компетенций обучающегося в области моделирования и оптимизации процессов управления производственными системами

1.2 Задачи дисциплины:

- изучить современные подходы к построению моделей и методов управления производственными системами в условиях комплексной автоматизации производства на базе цифровых технологий;
- изучить методы обоснования управленческих решений с учетом факторов неопределенности;
- изучить модели и методы решения задач в области планирования деятельности предприятия, управления запасами, инновационного развития;
- рассмотреть проблемы реализации оптимизационных подходов и формальных методов в интегрированных информационно-управляющих системах предприятий.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Исследование операций и принятие решений

Методы оптимизации систем и процессов

Математическое моделирование систем автоматического управления

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3: Способен организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов;						
Знать: состав основных функциональных задач различных подсистем управления предприятием и принципы построения их формальных моделей.						
Уметь: разрабатывать формальные модели задач принятия управленческих решений в системах объемного и календарного планирования производства изделий						
Владеть: навыками поиска оптимальных решений в системах управления предприятиями с использованием современных инструментальных средств						
ОПК-7: Способен проводить маркетинговые исследования и осуществлять подготовку бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий в области машиностроения;						
Знать: особенности основных классов автоматизированных систем промышленного назначения и состояние российского рынка систем различных классов						
Уметь: осуществлять подготовку бизнес-планов автоматизации управления предприятием на базе прототипов систем различных классов						
Владеть: навыками сбора и обработки маркетинговой информации о состоянии и динамике рынка автоматизированных систем и применения методик внедрения на предприятии систем различных классов						

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Производственные системы: структуры, функции, режимы работы	3					О
Тема 1. Системный подход в анализе, синтезе и управлении производственными объектами. Промышленные предприятия как преобразователи продуктов в продукцию и как объекты управления. Режимы функционирования производственных систем (ПС)		2		2	ИЛ	
Тема 2. Функциональная и организационная структуры ПС. Контур управления ПС. Многосвязная система управления ПС. Статика и динамика ПС. Базовые компоненты ПС: продукция, организационная структура, технология. Бизнес-процессы в ПС		2		2		
Раздел 2. Модели производственных систем						О
Тема 3. Методология моделирования производственных систем (ПС). Функциональные и структурные модели ПС		2		2	ИЛ	

Тема 4. Математические модели процессов в ПС. Практическое занятие : модели материальных потоков; модели оптимизации работы ПС		2	2	2		
Раздел 3. Модели принятия управленческих решений						
Тема 5. Общая схема принятия управленческих решений		1		1		
Тема 6. Выбор с учетом нескольких критериев. Выбор в условиях определенности. Парето-оптимальные решения. Практическое занятие: двухкритериальные задачи выбора; зоны доминирования; Парето-оптимальные решения		2	2	6		
Тема 7. Аналитические методы обоснования управленческих решений. Практическое занятие: методы свертывания критериев; формы интегральных критериев (линейная, мультипликативная, минимаксная)		2	2	8		
Тема 8. Выбор в условиях неопределенности. Практическое занятие: выбор по максимуму ожидаемой полезности (модель лотереи); оценка устойчивости выбора при интервальном задании критериев		2	3	7		
Раздел 4. Модели и методы коллегиального выбора						
Тема 9. Коллегиальный выбор в управлении ПС. Особенности моделей коллегиального выбора		1		2		
Тема 10. Схемы голосования. Практическое занятие: согласование мнений участников по правилам Борда и Кондорсе		2	4	2		
Тема 11. Организация принятия коллегиальных решений		1		1		
Раздел 5. Модели планирования производства и управления запасами материальных ресурсов						
Тема 12. Логика планирования деятельности предприятия		2		1		
Тема 13. Объемные и «операционные» задачи планирования. Практическое занятие: Объемные модели формирования планов продаж, производства и обеспечения материальными ресурсами		2	4	2	ИЛ	О
Тема 14. Управление производственными запасами (базовые модели). Практическое занятие: однопродуктовая и многопродуктовая детерминированные модели управления запасами; стохастические модели		2	4	3		
Раздел 6. Модели календарного планирования производства						
Тема 15. Операционный уровень описания производственных процессов		1		2		

Тема 16. Модели и методы планирования загрузки технологических комплексов с различной структурой. Практическое занятие: методы рациональной загрузки одиночных машин, комплексов машин с параллельной и последовательной структурами		2	5	2		
Тема 17. Имитационное моделирование потоков работ в технологических комплексах. Практическое занятие: моделирование потоков работ в технологических комплексах с произвольной структурой		2	2	2		
Раздел 7. Модели развития производственных систем						
Тема 18. Содержание понятий и индикаторы роста и развития ПС. Инновации как инструмент развития		1		4	ИЛ	
Тема 19. Модель формирования плана технологического развития ПС. Практическое занятие: методы оценки инновационных проектов; методы формирования планов технологического развития ПС по критерию максимума прироста технологического потенциала		1	4	2		О
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		32	32	53		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		66,5		77,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	Дает характеристику основных функциональных задач подсистем управления предприятием и формулирует принципы построения их формальных моделей. Разрабатывает формальные модели задач принятия управленческих решений в основных функциональных областях управления производственными системами. Выполняет практические действия по поиску решений управленческих задач с использованием современных инструментальных средств	Вопросы для устного собеседования Практические задания Практические задания
ОПК-7	Дает характеристику основных классов автоматизированных систем промышленного назначения. Излагает порядок разработки бизнес-планов автоматизации производственных процессов, включая моделирование и оптимизацию процедур принятия управленческих решений. Анализирует информацию о состоянии российского рынка промышленных информационных систем различных классов. Выполняет практические действия по проведению маркетинговых исследований рынка информационных систем, построению моделей и обоснованию методов решения управленческих задач	Вопросы для собеседования Вопросы для собеседования Практические задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и эрудицию в рассматриваемой области знаний	
4 (хорошо)	Полный ответ, демонстрирующий понимание предмета и проработку обязательных источников информации. Присутствуют незначительные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам	
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит лекционные материалы без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. демонстрирует понимание предмета в целом, но присутствуют существенные пробелы в знаниях по некоторым темам	
2 (неудовлетворительно)	неспособность ответить на вопросы без помощи экзаменатора. Незнание значительной части учебного материала. отсутствие навыков решения практических задач, предусмотренных программой	

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

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	1. Системный подход в анализе, синтезе и управлении производственными объектами. Промышленные предприятия как преобразователи продуктов в продукцию и как объекты управления. Режимы функционирования производственных систем (ПС)
2	2. Функциональная и организационная структуры ПС. Контур управления ПС. Многосвязная система управления ПС. Статика и динамика ПС. Базовые компоненты ПС: продукция, организационная структура, технология. Бизнес-процессы в ПС
3	3. Методология моделирования производственных систем (ПС). Функциональные и структурные модели ПС
4	4. Математические модели процессов в ПС. (модели процессов, модели материальных потоков; модели оптимизации работы ПС)
5	5. Содержание основных этапов принятия управленческих решений
6	6. Выбор с учетом нескольких критериев. Выбор в условиях определенности. Зоны доминирования. Парето-оптимальные решения
7	7. Аналитические методы обоснования управленческих решений. Методы свертывания критериев; формы интегральных критериев (линейная, мультипликативная, минимаксная) и их свойства
8	8. Неопределенность и риск. Выбор в условиях неопределенности. Выбор по максимуму ожидаемой полезности (модель лотереи); оценка устойчивости выбора при интервальном задании критериев
9	9. Коллегиальный выбор в управлении ПС. Особенности моделей коллегиального выбора. схемы голосования. Организационные аспекты коллегиального выбора
10	10. Классификация планов. Логика планирования. Объемные и «операционные» задачи планирования. Модели формирования планов продаж, производства и обеспечения материальными ресурсами
11	11. Управление производственными запасами. Однопродуктовая и многопродуктовая детерминированные модели управления запасами; стохастические модели
12	12. Операционный уровень описания производственных процессов. Модели и методы планирования загрузки технологических комплексов с различной структурой. (методы рациональной загрузки одиночных машин, комплексов машин с параллельной и последовательной структурами). Общая схема имитационного моделирования процессов в ПС
13	13. Содержание понятий и индикаторы роста и развития ПС. Инновации как инструмент развития производственных систем
14	14. Модель формирования плана технологического развития ПС. Критерии уровня технологического развития ПС. Методы оценки инновационных проектов; методы выбора проектов для включения в план технологического развития ПС.

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задание 1. Задано словесное описание стадий производственного процесса изготовления некоторого продукта. Требуется сформировать структурно-функциональную модель процесса с использованием моделей функциональных блоков из заданного типового набора (блоки:)

Пример: продукт изготавливается из двух исходных ингредиентов. Ингредиенты поступают на склад предприятия от внешних поставщиков партиями. Объемы партий и моменты поступления являются случайными величинами с известными законами распределения. Запасы каждого ингредиента аккумулируются на складе, и с заданной периодичностью партии заданного фиксированного объема с установленной периодичностью поступают в цех для обработки по своим технологиям. Длительности технологических циклов обработки каждого ингредиента известны. После обработки запасы полуфабрикатов накапливаются на складе цеха и по достижении заданной пропорции в запасах каждого из полуфабрикатов они партиями поступают на линию сборки, где формируется по технологии монтажа с известной длительностью цикла готовое изделие. Изделие поступает на склад готовой продукции. Процесс завершается.

Задание 2. Задан временной ряд $\{x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n)\}$ значений показателя, характеризующего работу ПС на интервале времени $[t_1, t_n]$. Требуется, используя метод наименьших квадратов, определить параметры A и B функции $y(t) = A \cdot t + B$, сглаживающей данный временной ряд, и установить прогнозные значения показателя в моменты времени $t_k > t_n$.

Задание 3. Заданы: конечное множество альтернатив, значения каждого из локальных критериев и направления их улучшения (максимизация или минимизация). Требуется графическим методом выделить в предъявленном множестве Парето-оптимальные решения для следующих четырех вариантов задания экстремальных требований.

Экстремальные требования:

а) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max$, б) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \min$, в) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \max$, г) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \min$,

Альтернатива Критерий f_1 Критерий f_2

A1 3 8

A2 7 7

A3 2 6

A4 9 3

A5 2 3

A6 6 2

Задание 4. Множество альтернатив включает пять вариантов $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$. Альтернативы

оцениваются по трем критериям f_1, f_2, f_3 , значения которых для каждой из альтернатив представлены в таблице исходных данных.

Набор экстремальных требований имеет вид: $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max, f_3 \rightarrow \max$.

Коэффициенты относительной важности локальных критериев имеют следующие значения: $\lambda_1 = 0,5; \lambda_2 = 0,3; \lambda_3 = 0,2$.

Требуется выбрать наиболее предпочтительные решения с использованием следующих форм интегрального критерия:

а) линейный критерий;

б) мультипликативный критерий;

в) минимаксный критерий.

Альтернатива Критерий f_1 Критерий f_2 Критерий f_3

A1 0,3 0,1 0,8

A2 0,7 0,5 0,7

A3 0,2 0,8 0,6

A4 0,9 0,6 0,3

A5 0,2 0,4 0,3

Задание 5. Множество альтернатив включает пять вариантов $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$. Альтернативы оцениваются по трем критериям f_1, f_2, f_3 , каждый из которых желательно максимизировать. Критерии имеют одинаковую размерность и значения, принадлежащие интервалу $[0; 10]$ и представленные в таблице исходных данных. Требуется: найти наиболее предпочтительное решение методом последовательных уступок при условии, что ЛПР допускает уступки по каждому из критериев, не превышающие двух единиц. Расчет произвести для двух вариантов упорядочения критериев по важности, а именно,

а) f_1 важнее f_2 важнее f_3 ; б) f_3 важнее f_2 важнее f_1

Альтернативы Критерий f_1 Критерий f_2 Критерий f_3

a1 5,0 8,25 4,75

a2 4,5 4,25 7,5

a3 7,0 8,40 3,8

a4 3,25 9,0 8,0

a5 7,00 4,80 2,75

Задание 6. Задано множество альтернатив, включающее три варианта a_1, a_2 и a_3 . При выборе альтернативы a_1 возможно наступление одного из трех исходов, при выборе a_2 возможны два исхода и, наконец, при выборе a_3 – четыре исхода. Для каждого исхода указаны оценки вероятности наступления и его полезности с точки зрения ЛПР.

Требуется выбрать наилучшую альтернативу, используя критерий максимума средневзвешенной полезности. Исходные данные представлены в таблице.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

☐

Письменная

☐

Компьютерное тестирование

☐

Иная

☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Обучающийся получает два контрольных вопроса и практическое задание.

Время на подготовку не более 30 мин. Не разрешается пользоваться конспектом лекций и другими источниками информации по дисциплине

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Дилигенский, Н. В., Цапенко, М. В., Гаврилова, А. А.	Математические модели управления производственно-экономическими системами	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	http://www.iprbookshop.ru/91765.html
Липунцов Ю. П.	Управление процессами. Методы управления предприятием с использованием информационных технологий	Саратов: Профобразование	2017	http://www.iprbookshop.ru/63960.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Богомолова, И. П., Лебедева, Л. В., Слепокурова, Ю. И., Струков, Г. Н., Стукало, О. Г., Филатова, М. В., Черников, В. В., Богомолова, И. П.	Экономика и управление производством	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2015	http://www.iprbookshop.ru/50653.html
Суздалов Е. Г., Кулеева Е. В., Кравец Т. А.	Методы управления предприятием	СПб.: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3075

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MATLAB

Microsoft Windows

1С:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях. Продажа по договору с учебными заведениями об использовании в учебном процессе по заявкам

Erwin

Mathcad Education – University Edition Term

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска