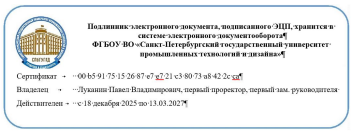
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.13 Системный анализ и моделирование сложных систем

Учебный план: ФГОС3++b270305-1_27-14.plx

Кафедра: 10 Менеджмента и права

Направление подготовки: (специальность) 27.03.05 Инноватика

Профиль подготовки: (специализация) Инновации в биоэкономике

Уровень образования: бакалавриат

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				
6	УП	34	51	23	36	4	Экзамен
	РПД	34	51	23	36	4	
Итого	УП	34	51	23	36	4	
	РПД	34	51	23	36	4	

Санкт-Петербург
2026

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика, утверждённым приказом Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 870

Составитель (и):

Кандидат экономических наук, доцент — Колесников Р.В.

От кафедры составителя: Заведующий кафедрой менеджмента и права — Бескровная В.А.

От выпускающей кафедры: Заведующий кафедрой — Бескровная В.А.

Методический отдел: — Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: формирование у обучающихся способности применять системный подход, методы структурирования, формализации и моделирования сложных систем для анализа и постановки задач профессиональной деятельности, исследования технологических, экономических, организационных и инновационных процессов, интерпретации результатов моделирования и обоснования решений в сфере инновационной деятельности и биоэкономики.

1.2 Задачи дисциплины:

- сформировать представление о принципах системного подхода, свойствах, структуре и закономерностях функционирования сложных систем;
- освоить методы структурирования, декомпозиции и формализации сложных систем и профессиональных задач;
- сформировать умения выбирать и строить модели технологических, экономических, организационных и инновационных процессов;
- освоить методы исследования статических и динамических характеристик сложных систем, взаимосвязей, ограничений и обратных связей;
- сформировать навыки анализа неопределенности, многокритериального сравнения и оценки вариантов развития сложных систем;
- развить способность интерпретировать результаты моделирования и использовать их для обоснования проектных, технологических и управленческих решений в инновационной деятельности и биоэкономике.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук
Знать: основные принципы системного анализа, методы структурирования и моделирования сложных систем, применяемые при решении задач инновационной деятельности.
Уметь: выявлять элементы, связи и ограничения сложных систем, формализовать профессиональные задачи, строить и анализировать модели технологических, экономических и организационных процессов.
Владеть: методами системного анализа, декомпозиции и моделирования сложных систем, навыками интерпретации результатов моделирования и обоснования решений.
ОПК-2: Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)
Знать: принципы системного подхода, методы декомпозиции, формализации и моделирования сложных систем, применяемые при постановке профессиональных задач.
Уметь: выявлять структуру, элементы, связи, ограничения и критерии сложной системы, формулировать профессиональные задачи и выбирать методы их моделирования.
Владеть: методами системного анализа и декомпозиции, навыками построения моделей сложных систем и обоснования постановки задач.
ОПК-8: Способен решать профессиональные задачи на основе истории и философии нововведений, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере
Знать: принципы системного анализа, методы моделирования сложных систем, подходы к исследованию инновационных процессов.
Уметь: анализировать структуру и взаимосвязи сложных систем, строить модели инновационных процессов, использовать результаты моделирования для решения профессиональных задач.
Владеть: методами системного анализа и моделирования, навыками интерпретации моделей и обоснования решений в инновационной деятельности.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теоретические основы системного анализа	6				О,З,ДЗ
Тема 1. Системный подход и свойства сложных систем. Краткое содержание: понятие системы, элемента, подсистемы, надсистемы и внешней среды; признаки и свойства сложных систем, целостность, иерархичность, организованность, устойчивость и изменчивость; открытые и закрытые системы, материальные, информационные и управляющие связи; цели функционирования системы, входы, выходы, ресурсы, ограничения и критерии; особенности технологических, экономических, организационных и инновационных систем.		4	5	2	
Тема 2. Структурирование и декомпозиция сложных систем. Краткое содержание: принципы выделения границ исследуемой системы и ее взаимодействия с внешней средой; методы структурирования и декомпозиции сложных объектов; функциональное, элементное, организационное и процессное представление системы; выявление элементов, подсистем, связей, потоков и уровней управления; построение и анализ иерархических структур сложных систем.		4	6	2	
Тема 3. Формализация и постановка системных задач. Краткое содержание: переход от проблемной ситуации к формализованной постановке задачи; определение цели, исходных данных, переменных, ограничений и критериев решения; формирование требований к исследуемой системе и ее модели; выявление существенных и несущественных факторов; постановка задач анализа, выбора, оценки, прогнозирования и совершенствования системы.		4	6	3	
Раздел 2. Методы моделирования и исследования сложных систем					Т,РГР,З,ДС

Тема 4. Методология построения моделей сложных систем. Краткое содержание: понятие модели и моделирования, назначение моделей в системном исследовании; классификация моделей по способу представления, характеру процессов и степени определенности; этапы построения модели от постановки задачи до интерпретации результатов; требования к полноте, непротиворечивости, точности и адекватности модели; проверка чувствительности результатов к изменению исходных параметров.		4	6	3	
Тема 5. Структурные, графовые и сетевые модели. Краткое содержание: структурное представление сложных систем; графы как средство описания элементов системы и связей между ними; матричное представление структуры и взаимодействия элементов; сетевые модели процессов, последовательность операций и зависимости между ними; применение структурных моделей для выявления критических элементов, узких мест и направлений совершенствования системы.		4	6	3	
Тема 6. Динамические модели и обратные связи. Краткое содержание: изменение состояния системы во времени; причинно-следственные связи и контуры обратной связи; положительные и отрицательные обратные связи; накопления, потоки, задержки и ограничения в динамических системах; исследование устойчивости поведения системы и последствий управленческих воздействий.		4	6	3	
Тема 7. Моделирование неопределенности и многокритериальный анализ. Краткое содержание: источники неопределенности при исследовании сложных систем; формирование альтернатив и сценариев развития системы; критерии сравнения вариантов и нормирование показателей; весовые коэффициенты и интегральная оценка альтернатив; анализ чувствительности решения к изменению параметров и приоритетов.		4	6	3	
Раздел 3. Системный анализ инновационных процессов в биоэкономике					Пр,П

Тема 8. Моделирование технологических, экономических и организационных процессов биоэкономики. Краткое содержание: производственные и технологические системы переработки биологических ресурсов; материальные, энергетические, информационные и финансовые потоки; взаимосвязь технологических, экономических, экологических и организационных подсистем; моделирование цепочек создания стоимости и обращения вторичных ресурсов; системное представление процессов образования, переработки и повторного использования отходов; определение ограничений и критериев эффективности систем биоэкономики.		4	5	2	
Тема 9. Комплексное обоснование решений на основе системных моделей. Краткое содержание: постановка комплексной задачи совершенствования сложной системы; формирование и сравнение альтернативных вариантов; совместный учет технологических, экономических, ресурсных и экологических факторов; интерпретация результатов моделирования и определение границ их применимости; формирование обоснованных предложений по изменению структуры, параметров или процессов системы; представление результатов системного исследования и обоснование выбранного решения.		2	5	2	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	51	23	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		87,5		56,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

5.1 Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в нормативную шкалу оценивания

Общая сумма баллов	Нормативная шкала оценивания	
	дифференцированная	простая
91-100	отлично	зачтено
71-90	хорошо	
51-70	удовлетворительно	
0-50	неудовлетворительно	не зачтено

5.2 Распределение баллов по видам учебной работы и условия начисления баллов

6 семестр. Экзамен.

Виды учебной работы и условия начисления по ним баллов	Максимальное количество баллов
Прохождение текущего контроля успеваемости	**-**
Групповой или индивидуальный опрос	4
Решение задач	4
Домашнее задание	5

Тестирование	4
Расчетно-графическая работа	5
Решение задач	4
Анализ деловых ситуаций	4
Групповая или индивидуальная презентация	5
Проект	5
Прохождение промежуточной аттестации	**-**
Письменная работа	25
Устное собеседование	25
Выполнение учебного графика	**-**
Посещение лекционных занятий	5
Посещение практических занятий	5
ИТОГО	**100**

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-1	Корректность применения принципов системного анализа при исследовании профессиональной задачи, полнота выявления элементов, связей и ограничений системы, обоснованность выбора модели, правильность анализа и интерпретации результатов моделирования.
ОПК-2	Точность постановки профессиональной задачи, обоснованность определения цели, исходных данных, критериев и ограничений, логичность декомпозиции сложной системы, соответствие выбранного метода моделирования характеру решаемой задачи.
ОПК-8	Способность построить и исследовать модель сложного инновационного процесса, использовать системные и математические методы при сравнении вариантов, содержательно интерпретировать полученные результаты и обосновывать на их основе проектные и управленческие решения.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Дан полный, логически последовательный и терминологически точный ответ; обучающийся раскрывает взаимосвязи понятий, объясняет выбор методов системного анализа и моделирования, приводит обоснованные примеры применения и самостоятельно формулирует выводы	Обучающийся демонстрирует системное и полное владение материалом, правильно выполняет не менее 85 % тестовых заданий, корректно формализует практическую задачу, выделяет элементы, связи, ограничения и критерии, выбирает обоснованный метод моделирования, выполняет необходимые расчеты и дает содержательную интерпретацию результата
4 (хорошо)	Содержание вопроса раскрыто в основном полно и правильно, применяемая терминология корректна, обучающийся понимает взаимосвязи основных положений, но допускает отдельные неточности или нуждается в уточняющем вопросе	Основные положения освоены правильно, выполнено не менее 70 % тестовых заданий, практическая задача решена по существу верно, модель и выводы обоснованы, но присутствуют отдельные неточности, не влияющие на общий результат
3 (удовлетворительно)	Раскрыты основные положения вопроса, но ответ фрагментарен, имеются неточности в применении понятий и методов, причинно-следственные связи объясняются неполно	Продемонстрировано понимание базовых положений, выполнено не менее 50 % тестовых заданий, постановка и решение практической задачи содержат отдельные методические или расчетные ошибки, однако основная логика системного анализа сохранена
2 (неудовлетворительно)	Отсутствует системное понимание материала, основные понятия и методы раскрыты неверно либо обучающийся не способен применить их к профессиональной задаче	Выполнено менее 50 % тестовых заданий либо обучающийся не способен корректно поставить и формализовать задачу, выбрать метод моделирования, получить обоснованный результат и

		интерпретировать его

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Системный подход как методология исследования сложных объектов.
2	Понятие системы, элемента, подсистемы, надсистемы и внешней среды.]
3	Основные признаки и свойства сложных систем.
4	Целостность и эмерджентность сложных систем.
5	Иерархическое строение сложных систем.
6	Открытые и закрытые системы.
7	Границы системы и взаимодействие системы с внешней средой.
8	Структура, функции и процессы сложной системы.
9	Цели функционирования системы и критерии их достижения.
10	Входы, выходы, ресурсы и ограничения системы.
11	Принципы декомпозиции сложных систем.
12	Агрегирование элементов и подсистем.
13	Классификация связей между элементами сложной системы.
14	Функциональное и структурное представление системы.
15	Иерархические модели сложных систем.
16	Графовое представление структуры системы.
17	Матричное представление взаимосвязей элементов системы.
18	Сетевые модели процессов.
19	Проблемная ситуация и системная постановка задачи.
20	Формализация профессиональной задачи.
21	Определение исходных данных, переменных, ограничений и критериев решения.
22	Понятие модели и назначение моделирования.
23	Классификация моделей сложных систем.
24	Концептуальные модели сложных систем.
25	Математические модели сложных систем.
26	Статические и динамические модели.
27	Детерминированные и вероятностные модели.
28	Дискретные и непрерывные модели.
29	Этапы построения и исследования модели.
30	Требования к адекватности модели.
31	Проверка чувствительности модели к изменению исходных параметров.
32	Сценарное исследование сложных систем.
33	Причинно-следственные связи в сложных системах.
34	Положительные и отрицательные обратные связи.
35	Накопления, потоки и временные задержки в динамических системах.
36	Устойчивость поведения сложной системы.
37	Имитационное моделирование сложных процессов.
38	Моделирование материальных, энергетических и информационных потоков.
39	Неопределенность при принятии решений в сложных системах.
40	Формирование альтернативных вариантов решения системной задачи.
41	Многокритериальное сравнение альтернатив.
42	Нормирование критериев и формирование интегральной оценки.
43	Метод анализа иерархий при сравнении альтернатив.
44	Системное представление инновационного процесса.
45	Моделирование технологических процессов в биоэкономике.
46	Моделирование экономических и организационных процессов в биоэкономике.
47	Системное моделирование цепочек создания стоимости и обращения ресурсов.
48	Учет технологических, экономических, ресурсных и экологических ограничений при моделировании.

49	Интерпретация результатов моделирования и оценка границ применимости модели.
50	Обоснование проектных и управленческих решений на основе результатов системного анализа.

6.3.2 Типовые тестовые задания

1. Система представляет собой:
а) произвольную совокупность объектов;
б) совокупность взаимосвязанных элементов, образующих целостность;
в) перечень независимых показателей;
г) отдельный процесс без внешней среды.

2. Свойство системы, при котором у целого возникают характеристики, отсутствующие у отдельных элементов, называется:
а) иерархичностью;
б) декомпозицией;
в) эмерджентностью;
г) устойчивостью.

3. Декомпозиция системы предполагает:
а) объединение всех показателей в один показатель;
б) разделение сложной системы на взаимосвязанные составные части;
в) исключение внешней среды из анализа;
г) отказ от моделирования.

4. К внешней среде системы относятся:
а) только элементы ее внутренней структуры;
б) объекты и факторы, находящиеся вне границ системы и взаимодействующие с ней;
в) только управляющие элементы;
г) только материальные ресурсы.

5. Формализация системной задачи предполагает прежде всего:
а) исключение количественных характеристик;
б) определение цели, исходных данных, переменных, ограничений и критериев;
в) выбор готового решения без анализа;
г) отказ от рассмотрения альтернатив.

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задание 1. Структурирование системы переработки биомассы

Предприятие получает растительное сырье, осуществляет его подготовку, переработку, разделение продуктов, упаковку готовой продукции и обращение с образующимися отходами. Для функционирования используются электроэнергия, вода, тепло и трудовые ресурсы.

Необходимо:
определить границы исследуемой производственной системы;
выделить основные подсистемы;
определить входы, выходы, материальные, энергетические и информационные связи;
построить структурную схему системы;
определить не менее трех критериев оценки эффективности ее функционирования.

Задание 2. Декомпозиция системы обращения с органическими отходами

В регионе образуется органическое сырье трех видов: пищевые отходы — 18 тыс. т в год, сельскохозяйственные отходы — 42 тыс. т в год, осадки очистных сооружений — 10 тыс. т в год. Рассматриваются направления компостирования, анаэробной переработки и производства твердого топлива.

Необходимо:
представить систему обращения с отходами в виде иерархической структуры;
выделить подсистемы образования, сбора, транспортирования, переработки и использования конечной продукции;
определить основные ограничения;
сформулировать системную задачу выбора схемы обращения с отходами.

Задание 3. Материальный баланс технологической системы

На переработку поступает 1000 т сухой биомассы в год. При предварительной подготовке теряется 5 % массы. Из оставшегося сырья 60 % направляется на получение основного продукта, 25 % — на получение побочного продукта, остальная масса образует остаток.

Необходимо:
построить схему материальных потоков;
рассчитать массу сырья после подготовки;
определить массу основного продукта, побочного продукта и остатка;
определить долю полезно используемого сырья;
предложить системное решение, позволяющее повысить использование остаточного потока.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная	+	Письменная	+	Компьютерное тестирование		Иная	

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Особенности проведения промежуточной аттестации:

- промежуточная аттестация проводится в форме экзамена;
- экзамен включает письменную работу и устное собеседование;
- письменная работа выполняется одновременно всеми обучающимися;
- продолжительность письменной работы составляет 60 минут;
- письменная работа включает 15 тестовых заданий и одно практико-ориентированное задание;
- после проверки письменной работы обучающийся допускается к устному собеседованию при выполнении установленных минимальных требований;
- для устного собеседования обучающийся получает два контрольных вопроса;
- время подготовки к устному ответу составляет до 15 минут;
- продолжительность устного ответа и дополнительных вопросов составляет до 15 минут;
- общая продолжительность экзамена для одного обучающегося составляет не более 90 минут;
- использование учебной литературы, средств связи и заранее подготовленных материалов не допускается;
- допускается использование непрограммируемого калькулятора при выполнении расчетного задания;
- результат промежуточной аттестации определяется по совокупности результатов письменной работы и устного собеседования;
- преподаватель вправе проверить самостоятельность выполнения текущих работ;
- нарушение требований академической добросовестности является основанием для результата «неудовлетворительно»;
- условия проведения аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья адаптируются в соответствии с их индивидуальными потребностями и локальными нормативными актами университета.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Мещерякова Г. П.	Теория систем и системный анализ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202123
Сунгатуллина, А. Т., Базанова, А. А.	Системный анализ и функциональное моделирование бизнес-процессов на основе структурного подхода	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2021	https://www.iprbookshop.ru/115891.html
Левицкая, Л. П., Моргунов, В. М., Ручкин, В. Б.	Системный анализ и принятие решений	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2021	https://www.iprbookshop.ru/122060.html
Герасимов, М. М., Разуваев, Д. А., Благодатская, А. А.	Системный подход в экономике	Москва: Российский университет транспорта (МИИТ)	2020	https://www.iprbookshop.ru/115892.html
Дадаян, Л. Г.	Организационные системы: моделирование и управление	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия	2022	https://www.iprbookshop.ru/124251.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Рокотов Н. В., Марковец А. В.	Системный анализ и теория принятия решений	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2020250

Н. П. Мидуков, В. С. Куров, А. О. Никифоров	Моделирование технологических и природных систем: Практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна,Высш. шк. технологии и энергетики. -Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1644427658.pdf
Валюхов, С. Г., Галдин, Д. Н., Кретинин, А. В.	Моделирование и оптимизация с использованием инструментария ANSYS WorkBench	Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2022	https://www.iprbookshop.ru/127237.html
Самков, Т. Л.	Моделирование случайных процессов. Лекции	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики	2021	https://www.iprbookshop.ru/117103.html

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система Федеральной службы государственной статистики. https://www.fedstat.ru/
2. Базы данных Федеральной службы государственной статистики. https://rosstat.gov.ru/
3. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - https://www.consultant.ru/
4. Официальный интернет-портал правовой информации. https://publication.pravo.gov.ru/
5. Национальная платформа «Открытое образование». https://openedu.ru/
6. Образовательная платформа «Юрайт». https://urait.ru/
7. Электронно-библиотечная система «Знаниум». https://znanium.ru/
8. Цифровой образовательный ресурс «Ай Пи Ар Смарт». https://www.iprbookshop.ru/
9. Национальная электронная библиотека. https://rusneb.ru/

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft: WIN HOME 10 Russian OLPNL AcademicEdition Legalization GetGenuine

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду