

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 23.12.2025 13:42:26
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Разработка программно-
информационных систем»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.04 «Программная инженерия»

по профилю

«Разработка программно-информационных систем»

Санкт-Петербург

2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Васильев Н.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИС

16.01.2025, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФКТИ, 28.01.2025, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
--------------------------	------

Обеспечивающая кафедра	ИС
------------------------	----

Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
--------------------------	---

Курс	4
------	---

Семестр	8
---------	---

Виды занятий

Электронные лекции (акад. часов)	16
----------------------------------	----

Электронные практические (академ. часов) (академ. часов)	16
--	----

Иная контактная работа (академ. часов)	1
--	---

Все контактные часы (академ. часов)	1
-------------------------------------	---

Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
---	----

Всего (академ. часов)	108
-----------------------	-----

Вид промежуточной аттестации

Дифф. зачет (курс)	4
--------------------	---

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ»

Дисциплина представляет собой углубленное изучение методов и инструментов для анализа, выявления, оценки и улучшения бизнес-процессов на основе данных, содержащихся в журналах событий. Она охватывает широкий спектр тем, от основ анализа процессов до продвинутых техник реконструкции моделей, оценки качества и оптимизации. Студенты научатся извлекать знания из данных о процессах, визуализировать их, выявлять узкие места, оценивать соответствие реального процесса модели и разрабатывать стратегии для повышения эффективности и производительности. Дисциплина сочетает теоретические основы с практическим применением, уделяя особое внимание использованию языка Python и библиотеки pm4py.

SUBJECT SUMMARY

«PROCESS MINING»

The discipline is an in-depth study of methods and tools for analyzing, identifying, evaluating, and improving business processes based on data contained in event logs. It covers a wide range of topics, from the basics of process analysis to advanced techniques for model reconstruction, quality assessment, and optimization. Students will learn how to extract knowledge from process data, visualize it, identify bottlenecks, evaluate the fit between the actual process and the model, and develop strategies for improving efficiency and performance. The discipline combines theoretical foundations with practical applications, with a focus on using the Python language and the pm4py library.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины:

- ознакомить студентов с основными принципами и методами Process Mining;
- научить студентов собирать, очищать, преобразовывать и анализировать данные журналов событий;
- развить навыки реконструкции моделей бизнес-процессов из журналов событий с использованием различных алгоритмов;
- предоставить студентам возможность оценивать качество реконструированных моделей и выявлять отклонения от идеальных сценариев;
- обучить студентов применению инструментов и библиотек Process Mining, в частности, библиотеки pm4ru;
- сформировать у студентов понимание методов борьбы с шумами и сложностью в данных;
- развить навыки интерпретации результатов анализа и разработки рекомендаций по улучшению бизнес-процессов.

2. Задачи в ходе освоения дисциплины:

- освоить теоретические основы Process Mining, включая основные понятия, методологии и терминологию;
- изучить структуру журнала событий и методы его предварительной обработки;
- овладеть навыками построения DFG-графов (direct follower graphs) и других моделей представления процессов для первичного анализа;
- изучить различные алгоритмы реконструкции потока управления, включая Альфа-алгоритм, Альфа-плюс алгоритм, HeuristicsMiner, FuzzieMiner, InductiveMiner, CorellationMiner;

- научиться применять методы оценки качества реконструированных моделей, включая анализ соответствия (conformance checking);
- развить навыки работы с библиотекой pm4py и языком Python для реализации и применения алгоритмов Process Mining;
- изучить методы выявления и устранения шумов в данных;
- освоить методы реконструкции моделей ресурсов;
- научиться интерпретировать результаты анализа и разрабатывать рекомендации по улучшению бизнес-процессов.

3. Знания, получаемые в ходе освоения дисциплины:

- основных концепций Process Mining (анализ, обнаружение, соответствие, расширение, улучшение процессов);
- различных проекций бизнес-процесса (поток управления, данные, ресурсы, операции);
- различных моделей представления бизнес-процессов (DFG, сети Петри, деревья процессов);
- задачи оценки качества реконструкции процессов (conformance checking) и критериев качества (fitness, precision, generalization, recall);
- различных типов шумов в данных и методов борьбы с ними.
- принципов работы различных алгоритмов Process Mining (Альфа-алгоритм, HeuristicsMiner, FuzzieMiner, InductiveMiner, CorellationMiner).
- особенностей анализа ресурсов в бизнес-процессах.

4. Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины:

- собирать и преобразовывать данные журналов событий из различных источников;
- очищать и преобразовывать данные, удаляя шумы и неконсистентности;
- структурировать данные в формат, пригодный для анализа с использованием pm4py;
- строить DFG-графы для первичного анализа процессов;

- применять различные алгоритмы Process Mining (Альфа-алгоритм, HeuristicsMiner, FuzzieMiner, InductiveMiner, CorellationMiner) для реконструкции моделей потока управления;
- выбирать подходящий алгоритм реконструкции в зависимости от характеристик данных и целей анализа;
- визуализировать реконструированные модели с использованием pm4py;
- строить модели ресурсов;
- оценивать качество реконструированных моделей с использованием различных метрик (fitness, precision, generalization, simplicity);
- выявлять отклонения реального процесса от реконструированной модели;
- интерпретировать результаты оценки качества и определять области для улучшения модели;
- анализировать реконструированные модели процессов и выявлять узкие места, неэффективные участки и другие проблемы;
- интерпретировать результаты анализа и разрабатывать рекомендации по улучшению бизнес-процессов;
- оценивать параметры производительности бизнес-процессов (время выполнения, загрузка ресурсов, стоимость).

5. Навыки:

- применения полученные знания и умения для решения реальных задач Process Mining в различных областях;
- разработки и реализации стратегии для улучшения бизнес-процессов на основе результатов анализа.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Проектирование графического пользовательского интерфейса»
- и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.1</i>	<i>Знает современные виды информационных моделей, применяемых при решении задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.2</i>	<i>Создает и модифицирует информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.3</i>	<i>Применяет информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	ЭЛек, ач	ЭПр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Реконструкция моделей ресурсов бизнес-процессов и оценка их производительности по журналам событий	2	2	1	10
2	Оценка качества реконструкции процессов в process mining	2	2		10
3	Реализация Alpha и Alpha+ алгоритмов на Python	3	3		10
4	HeuristicsMiner для устойчивой реконструкции процессов	2	2		10
5	Реконструкция процессов с учётом шумов и сложности	2	2		10
6	Индуктивная реконструкция бездефектных процессов	3	2		10
7	Комбинаторные и эволюционные методы анализа процессов	2	3		15
8	Анализ потока управления через DFG в Process Mining				
	Итого, ач	16	16	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Реконструкция моделей ресурсов бизнес-процессов и оценка их производительности по журналам событий	Алгоритмы реконструкции модели ресурсов бизнес-процесса. Оценка параметров производительности бизнес-процессов в журналах событий. Реализация на python.
2	Оценка качества реконструкции процессов в process mining	Основные модели реконструкции process mining. Сети Петри. Задача оценки качества реконструкции процесса (conformance checking). Критерии качества реконструкции процессов. Методы и алгоритмы оценки реконструкции (воспроизведение динамики сети, вычисление на основе выравниваний, матричный метод расчета.
3	Реализация Alpha и Alpha+ алгоритмов на Python	Альфа алгоритм для реконструкции модели потока управления. Ограничения альфа-алгоритма. Альфа-плюс алгоритм. Реализация альфа и альфа+ -алгоритмов на языке python и pm4py

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	HeuristicsMiner для устойчивой реконструкции процессов	Методы борьбы с шумами при реконструкции моделей потока управления. Алгоритм HeuristicsMiner, метрики ближнего и дальнего влияния, основные пороги и фильтры. Реализация алгоритма на языке python и библиотеке pm4py
5	Реконструкция процессов с учётом шумов и сложности	Методы борьбы со сложностью и шумами при реконструкции моделей потока управления. Нечеткий граф как пример неисполняемой модели процесса. Алгоритм FuzzieMiner, метрики корреляции, основные пороги и фильтры. Реализация алгоритма на языке python. Сложные схемы реконструкции. Алгоритм SplitMiner.
6	Индуктивная реконструкция бездефектных процессов	Бездефектность процессов. Деревья процессов. Метод индуктивного анализа процессов (InductiveMiner). Вычислительная эффективность метода индуктивного анализа в сравнении с альфа-алгоритмом. Реализация индуктивного анализа на языке python и в библиотеке pm4py.
7	Комбинаторные и эволюционные методы анализа процессов	Комбинаторные алгоритмы анализа процессов. EvelutionaryTreeMiner как пример применения генетических алгоритмов для анализа процессов. Использование целочисленного программирования, алгоритм CorellationMiner и его реализация в библиотеке pm4py.
8	Анализ потока управления через DFG в Process Mining	Место анализа процессов в автоматизации. Проекция бизнес-процесса (поток управления, данные, ресурсы, операции) Основные задачи Process mining. Структура журнала событий. Реконструкция потока управления в виде DFG (direct followers graphs) -графов для первичного анализа. Алгоритм построения DFG-графа и его реализация на языке python. Реализация алгоритма построения DFG-графа в pm4py. Декларативные и императивные модели процессов. Модель скелета журнала (logSkeleton) и ее реализация в библиотеке pm4py.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Библиотека pm4py, pandas предобработка и визуализация журналов, построение DFG-графа и остова (скелета) журнала	2
2. Оценка реконструкции в pm4py различными методами	2

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
3. Реконструкция модели потока управления при помощи альфа-алгоритма с библиотекой pm4py, оценка качества реконструкции	2
4. Реконструкция модели потока управления при помощи алгоритма HeuristicsMiner с библиотекой pm4py, оценка качества реконструкции	2
5. Реконструкция модели потока управления при помощи алгоритма FuzzieMiner	2
6. Реконструкция модели потока управления при помощи алгоритма InductiveMiner с библиотекой pm4py, оценка качества реконструкции	2
7. Реконструкция модели потока управления при помощи алгоритма CorellationMiner с библиотекой pm4py, оценка качества реконструкции	2
8. Реконструкция модели ресурсов бизнес-процесса	2
Итого	16

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения

дисциплины»).

В случае применения ДОТ с заменой аудиторных занятий:

Самостоятельной записи на курс нет. Студент заходит на курс, используя логин/пароль от единой учетной записи университета (единый логин и пароль). Каждую неделю будет доступна новая тема курса: видеолекции, кратко раскрывающие содержание каждой темы, презентации и конспекты, с которыми обучающиеся смогут ознакомиться в любое удобное время. Все темы включают практические занятия, которые предусматривают самостоятельное выполнение заданий, а также задания с автоматической проверкой, результаты которых учитываются при общей аттестации полученных знаний. В конце каждой лекции необходимо пройти небольшой контрольный тест, который покажет насколько усвоен предложенный материал. Рекомендуем изучать материал последовательно, что существенно облегчит работу. У каждого контрольного задания имеется своя форма (тест или практическое задание) есть срок выполнения (окончательный срок), по истечении которого даже правильные ответы система принимать не будет! В расписании курса указан окончательный срок каждого задания, который варьируется от двух до четырех недель в зависимости от его сложности. Весь учебный курс рассчитан на 16 недель. Его итоги будут подведены в течение нескольких недель после его окончания.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	15
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	
Выполнение расчетно-графических работ	
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа над междисциплинарным проектом	
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	5
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	5
ИТОГО СРС	75

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Васильев, Николай Владимирович. Введение в структурный синтез процессов автоматизации управления (Process Mining) : электрон. учеб. пособие / Н. В. Васильев, А. И. Яшин, 2021. -1 эл. опт. диск (CD-ROM). -Текст : электронный.	неогр.
2	Васильев, Николай Владимирович. Введение в анализ процессов : электрон. учеб. пособие / Н. В. Васильев, А. И. Яшин, 2020. -1 эл. опт. диск (CD-ROM). -Текст : электронный.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Миркин Б. Г. БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ 3-е изд., пер. и доп. : Учебник и практикум для вузов / Г. Миркин Б., 2025. -297 с. -Текст : непосредственный.	неогр.
2	Цехановский В. В. Технология интеллектуального анализа данных в процессах и системах : учебник для вузов / В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской, 2023. -168 с. -Текст : электронный.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Библиотека pm4py https://processintelligence.solutions/pm4py

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=25216>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Анализ процессов» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Допуск к дифф. зачету: сдача и защита практических работ -реконструкция потока управления (4 алгоритма), реконструкция модели ресурсов, анализ производительности. Дифф. зачет проводится по билетам по вопросам из п.6.2.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Определите, что такое Process Mining и перечислите основные задачи, решаемые в рамках этого направления.
2	Объясните роль анализа процессов в автоматизации и цифровой трансформации предприятий.
3	Опишите структуру журнала событий, указав основные элементы и их значение
4	Какие основные проекции бизнес-процесса рассматриваются в Process Mining, и как они связаны между собой?
5	Что такое декларативные и императивные модели процессов, и в чем их различие?
6	Что такое DFG-граф (Direct Follower Graph), и как он используется для первичного анализа потока управления? Опишите алгоритм построения DFG-графа.
7	Как реализовать алгоритм построения DFG-графа на языке Python с использованием библиотеки pm4py?
8	Что такое модель скелета журнала (Log Skeleton), и какую информацию она предоставляет о процессе?
9	Перечислите и опишите основные критерии оценки качества реконструкции процессов (fitness, precision, generalization, recall).
10	Какие методы оценки реконструкции процессов вам известны (воспроизведение динамики сети, вычисление на основе выравниваний, матричный метод расчета)?
11	Опишите Альфа-алгоритм для реконструкции модели потока управления. В чем заключаются его основные ограничения?
12	Как Альфа-плюс алгоритм улучшает Альфа-алгоритм и устраняет его ограничения?
13	Каким образом алгоритм HeuristicsMiner борется с шумами при реконструкции моделей потока управления?
14	Объясните, что такое метрики ближнего и дальнего влияния, используемые в HeuristicsMiner. Какие основные пороги и фильтры применяются в этом алгоритме?
15	Что такое нечеткий граф, и как он используется для борьбы со сложностью моделей процессов?
16	Опишите алгоритм FuzzieMiner и метрики корреляции, которые он использует.
17	Что представляет собой алгоритм SplitMiner, и в каких случаях он применяется?
18	Что такое деревья процессов, и как метод индуктивного анализа процессов (InductiveMiner) использует их для реконструкции моделей потока управления? Сравните вычислительную эффективность InductiveMiner с Альфа-алгоритмом.

19	Опишите, как комбинаторные алгоритмы (например, EvolutionaryTreeMiner) могут быть использованы для анализа процессов.
20	Объясните принцип работы алгоритма CorellationMiner, и как он реализован в библиотеке pm4py.
21	Какие алгоритмы используются для реконструкции модели ресурсов бизнес-процесса?
22	Какие параметры производительности бизнес-процессов можно оценить на основе журналов событий?

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Анализ процессов ФКТИ**

1. Какие алгоритмы используются для реконструкции модели ресурсов бизнес-процесса?
2. Определите, что такое Process Mining и перечислите основные задачи, решаемые в рамках этого направления.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Место анализа процессов в автоматизации. Проекция бизнес-процесса (поток управления, данные, ресурсы, операции) Основные задачи Process mining. Структура журнала событий. Реконструкции потока управления в виде DFG (direct followers graph -графов для первичного анализа. Алгоритм построения DFG-	
2		Практическая работа
3	Основные модели реконструкции process mining. Сети Петри. Задача оценки качества реконструкции процесса (conformance checking). Критерии качества реконструкции процессов. Методы и алгоритмы оценки реконструкции (воспроизведение динамики сети, вычисление на основе выравниваний, матричный метод расщ	
4		Практическая работа
5	Альфа алгоритм для реконструкции модели потока управления. Ограничения альфа-алгоритма. Альфа-плюс алгоритм. Реализация альфа и альфа+ -алгоритмов на языке python и pm4py	
6		Практическая работа
7	Методы борьбы с шумами при реконструкции моделей потока управления. Алгоритм HeuristicsMiner, метрики ближнего и дальнего влияния, основные пороги и фильтры. Реализация алгоритма на языке python и библиотеке pm4py	
8		Практическая работа
9	Методы борьбы со сложностью и шумами при реконструкции моделей потока управления. Нечеткий граф как пример неисполняемой модели процесса. Алгоритм FuzzieMiner, метрики корреляции, основные пороги и фильтры. Реализация алгоритма на языке python. Сложные схемы реконструкции. Алгоритм SplitMiner.	
10		Практическая работа
11	Бездефектность процессов. Деревья процессов. Метод индуктивного анализа процессов (InductiveMiner). Вычислительная эффективность метода индуктивного анализа в сравнении с альфа-алгоритмом. Реализация индуктивного анализа на языке python и в библиотеке pm4py.	
12		
13	Комбинаторные алгоритмы анализа процессов. EvolutionaryTreeMiner как пример применения генетических алгоритмов для анализа процессов. Использование целочисленного программирования, алгоритм CorellationMiner и его реализация в библиотеке pm4py.	
14		Практическая работа
15	Алгоритмы реконструкции модели ресурсов бизнес-процесса. Оценка параметров производительности бизнес-процессов в журналах событий. Реализация на python.	
16		Практическая работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий с применением ДОТ), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий с применением ДОТ), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Каждое задание нацелено на проверку полученных студентом знаний, умений. Критерии оценки у каждого задания свои. Задается максимальное количество баллов, которое студент может получить за задание.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК или ноутбук	1) Альт образование; 2) Яндекс браузер
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК или ноутбук	1) Альт образование; 2) Яндекс браузер
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. доска, экран, проектор, ПК или ноутбук	1) Альт образование; 2) Яндекс браузер

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА