

Рабочая программа дисциплины

Предиктивное управление качеством

Закреплена за подразделением Кафедра промышленного менеджмента

Направление подготовки 01.03.05 СТАТИСТИКА

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

часов на контроль 36

Формы контроля:
экзамен 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	16 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
В том числе сам. работа в рамках ФОС				
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

-, *ст.преп., Богачев Андрей Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины

Предиктивное управление качеством

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС, приказ № 796 о.в. от 10.12.2025.

Составлена на основании учебного плана:

01.03.05 СТАТИСТИКА, 01.03.05-БСТ-26.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 20.11.2025, протокол № 9-25.

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.05 СТАТИСТИКА, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 20.11.2025, протокол № 9-25.

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедры промышленного менеджмента

Протокол от 21.01.2025 г., №5.

Руководитель подразделения Костюхин Юрий Юрьевич, д.э.н., доцент.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся знаний и практических навыков применения статистических методов и методов машинного обучения для перехода от реактивного контроля к проактивному (предиктивному) управлению качеством производственных процессов.
1.2	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП:	Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Создание стартапа
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Компьютерное зрение в промышленности

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности	
Знать:	
ПК-4-31 Источники данных для анализа качества на производстве (показания датчиков, данные MES/SCADA-систем, лабораторные измерения, журналы дефектов).	
Типы данных в производственных процессах (временные ряды, категориальные, числовые).	
Принципы планирования сбора данных для построения предиктивных моделей качества.	
ПК-5: Способен выполнять обработку статистических данных: группировка, сводка, формирование систем взаимосвязанных статистических показателей и ведение статистических регистров	
Знать:	
ПК-5-31 Методы статистического управления процессами (SPC).	
Показатели и индексы качества (Cp, Cpk, уровень дефектности).	
Методы предобработки производственных данных (очистка, фильтрация, агрегация).	
Концепцию Feature Engineering (конструирование признаков) для предиктивных моделей.	
ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности	
Уметь:	
ПК-4-У1 Определять перечень ключевых параметров процесса, влияющих на качество.	
Организовывать сбор данных с технологического оборудования и систем контроля.	
Формировать наборы данных (datasets) для анализа, объединяя информацию из разных источников.	
ПК-5: Способен выполнять обработку статистических данных: группировка, сводка, формирование систем взаимосвязанных статистических показателей и ведение статистических регистров	
Уметь:	
ПК-5-У1 Рассчитывать базовые статистические показатели качества.	
Строить и анализировать контрольные карты Шухарта.	
Обрабатывать и агрегировать временные ряды данных.	
Создавать производные признаки (фичи) на основе сырых данных для улучшения точности моделей.	
ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности	
Владеть:	

ПК-4-B1 Навыками идентификации и сбора релевантных данных для прогнозирования качества.
Пониманием специфики работы с данными временных рядов от промышленных сенсоров.
Техниками сбора и систематизации данных о дефектах и несоответствиях.
ПК-5: Способен выполнять обработку статистических данных: группировка, сводка, формирование систем взаимосвязанных статистических показателей и ведение статистических регистров
Владеть:
ПК-5-B1 Навыками применения статистического ПО или библиотек Python (Pandas) для обработки производственных данных.
Методологией построения систем показателей для мониторинга и прогнозирования качества.
Техниками подготовки данных для обучения моделей машинного обучения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Раздел 1. Основы управления качеством и данные							
1.1	Тема 1.1: Эволюция управления качеством: от контроля к предиктивному управлению. Концепция "Качество 4.0". Тема 1.2: Источники и типы данных в современном производстве (SCADA, MES, LIMS). Тема 1.3: Разведочный анализ данных (EDA) для производственных процессов. /Лек/	7	4	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-B1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1			
1.2	Тема 1.4: Сбор и систематизация данных из различных источников. Тема 1.5: Проведение EDA на примере реального производственного датасета. /Пр/	7	4	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-B1	Л1.2 Л1.3 Э1			
1.3	Изучение архитектуры промышленных систем сбора данных. Самостоятельный анализ производственного набора данных. /Ср/	7	16	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-B1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	Раздел 2. Раздел 2. Статистическое управление процессами (SPC)							

2.1	Тема 2.1: Семь простых инструментов качества. Стабильность и воспроизводимость процесса. Тема 2.2: Контрольные карты Шухарта для количественных и качественных признаков. Тема 2.3: Анализ воспроизводимости процесса. Индексы Ср и Срк. /Лек/	7	4	ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ1	
2.2	Тема 2.4: Построение и анализ контрольных карт по индивидуальным значениям и скользящим размахам (XmR-карта). Тема 2.5: Построение и анализ контрольных карт по средним и размахам (Xbar-R карта). Тема 2.6: Расчет индексов Ср и Срк. Оценка пригодности процесса. /Пр/	7	8	ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			P1
2.3	Решение задач на построение различных типов контрольных карт. Анализ кейсов по улучшению процессов с помощью SPC. /Ср/	7	16	ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	Раздел 3. Раздел 3. Подготовка данных для предиктивного моделирования							
3.1	Тема 3.1: Постановка задачи предиктивного управления качеством. Прогнозирование дефектов (классификация) и параметров качества (регрессия). Тема 3.2: Предобработка данных временных рядов: фильтрация, синхронизация, агрегация. Тема 3.3: Конструирование признаков (Feature Engineering) из данных временных рядов: статистические признаки, признаки на основе скользящего окна. Тема 3.4: Отбор наиболее важных признаков (Feature Selection). /Лек/	7	5	ПК-4-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ2	

3.2	Тема 3.5: Очистка и фильтрация "сырых" данных с датчиков. Тема 3.6: Агрегация данных по временным интервалам. Тема 3.7: Генерация статистических признаков (среднее, ст. отклонение, мин, макс) в скользящем окне. Тема 3.8: Визуализация и анализ созданных признаков. Тема 3.9: Применение методов отбора признаков для уменьшения размерности. /Пр/	7	12	ПК-4-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Э1			Р2
3.3	Самостоятельная генерация и анализ признаков для предложенного временного ряда. Изучение различных методов Feature Selection. /Ср/	7	25	ПК-4-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Э1			
	Раздел 4. Раздел 4. Построение предиктивных моделей качества							
4.1	Тема 4.1: Применение моделей машинного обучения для прогнозирования качества. Тема 4.2: Метрики для оценки предиктивных моделей в задачах управления качеством. Тема 4.3: Интерпретация моделей и выявление ключевых факторов, влияющих на качество. /Лек/	7	4	ПК-4-В1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ3	
4.2	Тема 4.4: Построение модели логистической регрессии для предсказания вероятности брака. Тема 4.5: Построение модели на основе деревьев решений (Random Forest) для классификации или регрессии. Тема 4.6: Оценка и сравнение моделей. Интерпретация важности признаков. /Пр/	7	10	ПК-4-В1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			Р3
4.3	Решение комплексного кейса: от сырых данных до работающей предиктивной модели и отчета по ней. /Ср/	7	36	ПК-4-В1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам							

5.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	7	0		Л1.2 Л1.3 Э1			
5.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	7	0		Л1.2 Л1.3 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1: Статистическое управление процессами	ПК-4-31;ПК-4-В1;ПК-4-У1	<p>Что такое статистически управляемый процесс?</p> <p>Для чего используются контрольные карты?</p> <p>Как анализировать контрольную карту (признаки особого состояния)?</p> <p>Что показывает индекс Срк?</p> <p>В чем разница между Ср и Срк?</p> <p>Назовите 3 из 7 инструментов качества.</p>
КМ2	Контрольная работа №2: Подготовка данных	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1	<p>Назовите 3 источника данных о качестве на производстве.</p> <p>Зачем нужна агрегация данных временных рядов?</p> <p>Что такое Feature Engineering?</p> <p>Приведите пример признака, рассчитанного в скользящем окне.</p> <p>Что такое Feature Selection?</p> <p>Как можно поставить задачу прогнозирования качества как задачу машинного обучения?</p>
КМ3	Контрольная работа №3: Предиктивное моделирование	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1	<p>Какой тип задачи ML (регрессия или классификация) подходит для прогнозирования точного значения параметра качества?</p> <p>Какой тип задачи ML подходит для предсказания, будет ли продукт бракованным?</p> <p>Почему метрика Ассигасу может быть плохим выбором для задачи предсказания дефектов?</p> <p>Что показывает "важность признаков" в модели?</p> <p>Опишите общий pipeline проекта по предиктивному управлению качеством.</p> <p>Как можно использовать предсказания модели на практике?</p>

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа №1: Анализ стабильности процесса	ПК-4-31;ПК-4-В1;ПК-4-У1	Для предложенного набора данных измерений критического параметра построить контрольную карту, проанализировать ее, сделать вывод о стабильности процесса. Рассчитать индексы Ср, Срк и оценить его воспроизводимость.

P2	Практическая работа №2: Конструирование признаков	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1	На основе "сырого" временного ряда данных с датчика сгенерировать не менее 10 новых признаков с использованием техник агрегации и скользящего окна. Обосновать выбор признаков.
P3	Практическая работа №3: Построение предиктивной модели	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5- В1	На подготовленном датасете (признаки процесса и метка дефекта) построить модель классификации (например, Случайный лес), которая предсказывает вероятность возникновения брака. Оценить ее качество с помощью метрик Precision, Recall, AUC-ROC. Определить 5 наиболее важных признаков, влияющих на качество.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Дайте определение предиктивному управлению качеством и объясните его отличие от реактивного подхода. Какую роль играют данные в построении предиктивных моделей качества? Как предиктивное управление способствует снижению доли дефектной продукции на производстве?

Какие основные источники данных для анализа качества используются на современных производствах? Объясните различие между показаниями датчиков, данными MES/SCADA-систем и лабораторными измерениями. Почему комплексный подход к сбору данных из различных источников является критически важным для построения надежных моделей?

Характеризуйте основные типы данных в производственных процессах на примере предиктивного моделирования качества. Какие особенности имеют временные ряды от промышленных датчиков? Приведите примеры категориальных и числовых данных, которые могут влиять на качество выпускаемой продукции.

Объясните принципы планирования сбора данных для построения предиктивных моделей качества. Какие параметры следует учитывать при определении частоты дискретизации и объема выборки? Как недостаточный или избыточный объем данных может повлиять на качество построенной модели?

Опишите процесс определения ключевых параметров производственного процесса, влияющих на качество продукции. Какие методы и инструменты используются для идентификации критических переменных? Какое значение имеет знание технологического процесса при выборе релевантных параметров?

Объясните организацию сбора данных с технологического оборудования и систем контроля качества. Какие технические решения обеспечивают надежное подключение датчиков и передачу информации? Какие проблемы могут возникать при интеграции данных из разнородных источников?

Дайте определение набору данных (dataset) для анализа качества и объясните процесс его формирования. Какие операции выполняются при объединении информации из разных источников? Почему консистентность и синхронизация данных являются критическими при формировании датасета?

Какие навыки необходимы для идентификации и сбора релевантных данных для прогнозирования качества? Объясните, как определить, какие переменные действительно влияют на качество, а какие являются шумом. Какой анализ следует провести для оценки релевантности собираемых данных?

Охарактеризуйте специфику работы с данными временных рядов от промышленных сенсоров в контексте управления качеством. Какие особенности имеют временные ряды производственных параметров? Какие проблемы автокорреляции и трендов необходимо учитывать при анализе?

Опишите технику сбора и систематизации данных о дефектах и несоответствиях продукции. Какие информационные системы применяются для регистрации дефектов? Как структурировать такие данные для последующего анализа с целью построения предиктивных моделей?

Объясните взаимосвязь между качеством исходных данных и точностью предиктивных моделей. Какие требования предъявляются к полноте, точности и актуальности данных? Как проверить пригодность собранных данных для моделирования?

Охарактеризуйте методы статистического управления процессами (SPC) и их роль в обеспечении качества. Какие исторические предпосылки привели к развитию SPC? Как методы SPC интегрируются с современными подходами к предиктивному управлению?

Дайте определения показателям качества C_p и C_{pk} и объясните их значение в оценке способности процесса. Как рассчитываются эти индексы и что они характеризуют? Какое значение C_p и C_{pk} считается приемлемым для различных типов производства?

Определите уровень дефектности (defect rate) как ключевой показатель качества и объясните методы его расчета. Какие метрики используются для количественной оценки качества продукции? Как уровень дефектности связан с затратами и прибыльностью производства?

Охарактеризуйте методы предобработки производственных данных и их необходимость при подготовке к моделированию. Объясните различие между очисткой, фильтрацией и агрегацией данных. Какие инструменты используются для выполнения предобработки больших объемов производственных данных?

Дайте определение процессу очистки данных (data cleaning) и объясните основные виды ошибок и аномалий, встречающихся в производственных данных. Какие методы используются для обнаружения и обработки пропусков в данных? Как следует обрабатывать выбросы (outliers) в производственных временных рядах?

Объясните операцию фильтрации данных и приведите примеры ее применения в контексте управления качеством. Какие типы фильтров используются для удаления шума из производственных сигналов? Как выбрать параметры фильтра, чтобы сохранить полезную информацию, не удалив значимые события?

Охарактеризуйте процесс агрегации временных рядов производственных данных для различных уровней анализа. Как выбирается период агрегации (часовой, суточный, недельный) для разных типов процессов? Какую информацию мы теряем и какую сохраняем при агрегации данных?

Дайте определение концепции Feature Engineering (конструирование признаков) и объясните его роль в повышении

точности предиктивных моделей. Какие типы новых переменных можно создать на основе исходных производственных данных? Почему правильно подобранные признаки часто более важны, чем выбор алгоритма обучения? Объясните методы создания производных признаков (фич) на основе временных рядов производственных параметров. Какие статистические характеристики (среднее, дисперсия, минимум, максимум) могут служить признаками для модели? Как использование скользящих окон помогает захватить временные закономерности?

Охарактеризуйте процесс расчета базовых статистических показателей качества для производственного процесса. Какие статистические меры центральной тенденции и рассеяния применяются для анализа качества? Как выявляются систематические смещения (bias) в производственном процессе с использованием статистических методов? Дайте пошаговое описание построения контрольных карт Шухарта для мониторинга качества процесса. Какие элементы составляют контрольную карту (центральная линия, контрольные пределы)? Как интерпретируются различные закономерности на контрольной карте для выявления нестабильности процесса?

Объясните правила выявления выхода процесса из статистической управляемости на контрольных картах Шухарта. Какие сигналы указывают на необходимость корректирующего вмешательства? Как различаются причины общего и специального характера в контексте контрольных карт?

Охарактеризуйте способность процесса и показатели P_p и P_{pk} как расширенные метрики оценки качества. Какие различия существуют между показателями C_p , C_{pk} и P_p , P_{pk} ? В каких ситуациях следует применять краткосрочные или долгосрочные показатели способности?

Дайте определение обработке и агрегации временных рядов данных для анализа качества в производстве. Какие методы используются для синхронизации данных из нескольких источников с разными частотами дискретизации? Как правильно интерполировать пропущенные значения в производственных временных рядах?

Объясните процесс создания производных признаков для улучшения точности предиктивных моделей качества. Какие инженерные знания о процессе необходимы для создания значимых признаков? Как использовать анализ корреляции и важность признаков для отбора наиболее информативных переменных?

Охарактеризуйте основные этапы подготовки данных для обучения машинного обучения в задачах управления качеством. Какие операции нормализации и масштабирования применяются к производственным данным? Почему калибровка признаков влияет на скорость сходимости алгоритмов обучения?

Дайте определение валидации и тестирования данных в контексте подготовки наборов для предиктивного моделирования. Какие методы используются для разбиения данных на обучающую, валидационную и тестовую выборки? Как избежать утечки информации (data leakage) при подготовке данных из производственных процессов?

Объясните роль статистического ПО в обработке и анализе производственных данных. Какие возможности предоставляет STATISTICA для работы с временными рядами и построения контрольных карт? Как графические инструменты ПО помогают выявлять закономерности и аномалии в производственных данных?

Охарактеризуйте библиотеки Python для работы с производственными данными, в частности Pandas и Scikit-learn. Какие операции обработки данных можно выполнить с помощью Pandas? Как использовать Scikit-learn для предварительной обработки признаков и разработки моделей машинного обучения?

Дайте определение методологии построения систем показателей для мониторинга качества производственных процессов. Какие типы показателей (ведущие и отстающие, абсолютные и относительные) входят в систему? Как обеспечить согласованность и взаимодополняемость показателей в системе мониторинга?

Объясните процесс отбора и калибровки показателей для непрерывного мониторинга качества в режиме реального времени. Какие требования предъявляются к показателям для использования в цифровых системах контроля? Как установить контрольные пределы и целевые значения на основе технических требований и исторических данных?

Охарактеризуйте интеграцию показателей качества с системами управления MES/SCADA на производстве. Какие данные передаются между системой расчета показателей и производственными системами? Как автоматизировать процесс расчета и визуализации показателей качества в режиме реального времени?

Дайте определение построению предиктивной модели качества и объясните основные этапы этого процесса. Какие типы алгоритмов машинного обучения используются для прогнозирования дефектов и отклонений качества? Почему выбор алгоритма зависит от характера задачи (классификация, регрессия, аномалия)?

Объясните процесс выбора релевантных признаков для построения предиктивной модели качества из большого количества производственных параметров. Какие методы отбора признаков (filter, wrapper, embedded) применяются? Как сбалансировать точность модели и ее интерпретируемость при отборе признаков?

Охарактеризуйте методы оценки качества и точности предиктивных моделей с использованием метрик производительности. Какие метрики используются для задач классификации дефектов (precision, recall, F1-score)? Как выбирается метрика оценки в зависимости от бизнес-целей и асимметричных издержек ошибок?

Дайте определение проблеме дисбаланса классов при построении моделей предиктивного управления качеством. Почему дефекты часто составляют меньшинство в производственных данных и как это влияет на обучение моделей? Какие методы балансировки классов (oversampling, undersampling, SMOTE) используются для решения этой проблемы?

Объясните процесс кроссвалидации при разработке предиктивных моделей качества и ее значение для оценки обобщающей способности. Какие стратегии разбиения данных используются при кроссвалидации временных рядов? Как выбрать оптимальное количество сгибов (k-fold) для кроссвалидации?

Охарактеризуйте процесс тюнинга гиперпараметров предиктивной модели для достижения оптимальной производительности. Какие методы поиска (grid search, random search, Bayesian optimization) применяются? Как избежать переобучения (overfitting) модели при оптимизации гиперпараметров?

Дайте определение ансамблевым методам в машинном обучении и объясните их применение в задачах предиктивного управления качеством. Какие типы ансамблей (Random Forest, Gradient Boosting, Voting) используются для повышения точности прогнозирования дефектов? Почему ансамбли часто превосходят отдельные модели в производственных приложениях?

Объясните роль интерпретируемости моделей в контексте производственного применения предиктивного управления качеством. Почему для операторов и инженеров важно понимать, какие признаки влияют на решение модели? Какие

методы интерпретации (SHAP, LIME, feature importance) помогают сделать модели более прозрачными?

Охарактеризуйте процесс внедрения и мониторинга предиктивной модели качества в производственную среду. Какие показатели отслеживаются для контроля производительности развернутой модели? Как организовать переобучение (retraining) модели при изменении характеристик производственного процесса?

Дайте определение drift-у модели (дрейф производительности) в контексте долгосрочного применения предиктивных систем качества. Какие факторы приводят к деградации точности модели со временем? Как реализовать систему раннего обнаружения дрейфа и инициировать переобучение модели?

Объясните процесс интеграции предиктивной модели качества с системами принятия решений на производстве (системы оповещения, рекомендации по корректирующим действиям). Какие интерфейсы и форматы обмена данными используются для передачи прогнозов в производственные системы? Как обеспечить надежность и безопасность передачи критической информации о качестве?

Охарактеризуйте будущие направления развития предиктивного управления качеством в условиях цифровизации производства (Industry 4.0, IoT, облачные технологии). Какие новые источники данных и алгоритмы открывают дополнительные возможности для улучшения качества? Как синтез различных источников данных, включая данные социальных сетей и внешние факторы, может повысить точность прогнозирования качества?

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Предполагается следующая шкала оценок:

- а) «отлично» (90 баллов и выше) – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;
- б) «хорошо» (75 - 90 баллов) – студент допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» (51 - 74 балла) – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
- г) «неудовлетворительно» (50 баллов и ниже) – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Допуск к экзамену осуществляется на основании выполненных контрольных мероприятий. Оценка за дисциплину выставляется по итогам результатов экзамена.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Павлов С. И.	Системы искусственного интеллекта: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011
Л1.2	Алпайдин Э.	Машинное обучение: новый искусственный интеллект: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Альпина Паблишер, 2017
Л1.3	Шапиро Л., Стокман Д.	Компьютерное зрение: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2020

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS MISIS	https://lk.misis.ru/ru/
----	-----------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	LMS Moodle
П.4	LMS Moodle

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	STATISTICA: https://www.statsoft.ru/
И.2	JMP (SAS): https://www.jmp.com/
И.3	Minitab: https://www.minitab.com/
И.4	R-Project: https://www.r-project.org/
И.5	Python Documentation (Pandas, Scikit-learn): https://www.python.org/

И.6	ISO/IEC standards database: https://www.iso.org/standards
И.7	ГОСТ базы данных (Информационный центр по стандартизации): https://www.gost.ru/
И.8	Manufacturing Engineering Laboratory Database (MELD): https://www.nist.gov/
И.9	ASTM International Standards: https://www.astm.org/
И.10	Scopus (для научных публикаций по управлению качеством): https://www.scopus.com/
И.11	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-1102	Компьютерный класс	Комплект учебной мебели на 30 рабочих мест, моноблоки для студентов (20 шт.), 1 маркерная доска, телевизор для презентаций, рабочее место для преподавателя с моноблоком (1 шт). Цифровой флипчарт (передвижной).
Б-1104	Компьютерный класс	Комплект учебной мебели на 30 рабочих мест, моноблоки для студентов (20 шт.), 1 маркерная доска, Телевизор для презентаций, рабочее место для преподавателя с моноблоком (1 шт).
Б-1117	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 42 рабочих мест, 1 компьютер для преподавателя, проектор + мультимедийный экран, 1 маркерная доска
Б-1134	Учебная аудитория (лекторий)	Комплект учебной мебели на 128 рабочих мест, проектор, экран, 1 Цифровой флипчарт (передвижной).
Читальный зал № 3 (Б)	Аудитория для самостоятельной работы	Комплект учебной мебели на 30 рабочих мест, моноблоки для студентов (20 шт.), 1 маркерная доска, телевизор для презентаций, рабочее место для преподавателя с моноблоком (1 шт). Цифровой флипчарт (передвижной).

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.
2. Практические занятия проводятся с использованием кейсовых ситуаций.
3. Текущий контроль, контрольные работы и зачет проводятся на основе использования специальных компьютерных программ тестирования знаний навыков и умений студентов.
4. Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты используют специальные базы данных (электронные учебники) в среде LMS Moodle по разработанным траекториям.
5. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и среды LMS Moodle
6. Текущий контроль проводится в электронной форме на компьютерах в центре тестирования кафедры.
7. Нормативно-правовые акты по вопросам, затрагиваемым при изучении дисциплины размещены на сайте Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>