Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 15:19:37
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем»

Направление подготовки
15.04.02. Технологические машины и оборудование

Профиль
Промышленный инжиниринг

Квалификация
магистр
Форма обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Старший преподаватель каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»,

к.т.н., доцент  /И.А.Буздалина/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»,

к.т.н.,  /А.С.Кирсанов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
   3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 6
   3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
   3.3 Содержание дисциплины 8
   3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
   4.1 Нормативные документы и ГОСТы 10
   4.2 Основная литература 10
   4.3 Дополнительная литература 10
   4.4 Электронные образовательные ресурсы 10
   4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
   4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
   6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7. Фонд оценочных средств 14
   7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
   7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 15
   7.3 Оценочные средства 17

Приложение №1 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» является получение магистрами теоретических основ и практических знаний в области разработки и проектирования технологических производств, способности составлять технологические схемы производств.

Достижение поставленной цели предусматривает решение следующих **задач**:

- изучение теоретических основ составления схем технологических производств,
- формирование умения проектировать технологических производств;
- формирование навыков проведения компьютерных исследований моделируемых объектов. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Выпускник должен

знать:

- системы автоматизированного проектирования для создания документации;

- **уметь:**

- применять системы автоматизированного проектирования для проектирования оборудования;

- **владеть:**

- моделированием технологических и управленческих процессов в профильном программном обеспечении.

Обучение по дисциплине «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2. Способен разрабатывать и оптимизировать технологические процессы изготовления машиностроительных	ИПК- 2.2 Определяет потребность и необходимость в оптимизации технологических процессов в соответствии с целевыми задачами производства

изделий высокой сложности с применением цифровых инструментов и возможностей ресурсосбережения	ИПК- 2.3 Анализирует конструкции изделий и выбирает оптимальные методы обработки, снижающие затраты и энергопотребление
ПК-4. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологии и методологии управления жизненным циклом производства, совершенствовать технологические процессы с использованием цифровых инструментов, а также разрабатывать и реализовывать стратегии обновления продукции машиностроения	ИПК- 4.4 Оптимизирует производственные процессы с использованием технологий двойного двойника, роботизации и автоматизированных систем управления производством ИПК- 4.5 Анализирует техническое состояние продукции машиностроения и разрабатывает решения по ее развитию, определяет оптимальные методы замены, модернизации или ремонта узлов и деталей

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» относится к учебным дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины и модули» образовательной программы «Промышленный инжиниринг» направления 15.04.02 Технологические машины и оборудование, квалификация (степень) – магистр.

Освоение дисциплины «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» в 4-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплины «Промышленный инжиниринг и реинжиниринг».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	
1	**Аудиторные занятия**	**60**	60	
	В том числе:			
1	Лекции	20	20	
2	Семинарские/практические занятия	40	40	
3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**84**	84	
	В том числе:			
1	С использованием дистанционных образовательных технологий	84	84	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/Экзамен	экзамен	экзамен	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п				
		Все го	Аудиторные часы	СР

	Разделы/темы дисциплины		Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	Проектирование технологического оборудования отрасли с применением средств автоматизации.	**14**	2	4			8
2.	Методология системного проектирования: функциональное и процессное моделирование	14	2	4			8
3.	Применение САПР на этапах проектирования: 3D-моделирование, параметризация, ассоциативные чертежи	18	2	4			12
4.	Проектирование технологических схем производства: нормативная база, специализированные модули САПР	14	2	4			8
5.	Эксплуатация промышленных систем: надёжность, диагностика, техническое обслуживание и ремонт	**14**	2	4			8
6.	Управление жизненным циклом производства: стратегии обновления, модернизация, реинжиниринг	**14**	2	4			8
7.	Инструменты инженерного анализа (CAE) и оптимизации в САПР: конечно-элементный анализ, CFD-симуляции	**14**	2	4			8
8.	Комплексное проектирование и оптимизация технологической	**14**	2	4			8

	линии с использованием цифровых инструментов						
9.	Цифровые двойники и цифровое производство: концепции, технологии, внедрение	**14**	2	4			8
10.	Разработка технологической схемы процесса в программе.	**14**	2	4			8
	Итог	**144**	20	40			84

3.3 Содержание дисциплины

Проектирование технологического оборудования отрасли с применением средств автоматизации.

Технические средства компьютерной графики. Обзор современных программных продуктов для черчения и конструирования.

Методология системного проектирования: функциональное и процессное моделирование

Структурный анализ и проектирование. Методологии IDEF0, DFD, BPMN. Построение функциональных моделей технологических процессов. Применение CASE-средств для моделирования.

Применение САПР на этапах проектирования: 3D-моделирование, параметризация, ассоциативные чертежи

Обзор современных САПР (КОМПАС-3D, SolidWorks, NX). Параметрическое моделирование, ассоциативность моделей и чертежей. Создание трёхмерных сборок, спецификаций.

Эксплуатация промышленных систем: надёжность, диагностика, техническое обслуживание и ремонт

Методы оценки надёжности (расчёт показателей безотказности). Техническая диагностика: вибродиагностика, тепловой контроль, акустическая эмиссия. Системы ТОиР, стратегии обслуживания (по состоянию, по наработке).

Управление жизненным циклом производства: стратегии обновления, модернизация, реинжиниринг

Методики планирования замены оборудования, оценки экономической эффективности модернизации. Реинжиниринг производственных процессов: подходы, инструменты, кейсы.

Инструменты инженерного анализа (CAE) и оптимизации в САПР: конечно-элементный анализ, CFD-симуляции

Основы конечно-элементного анализа (прочность, теплопередача). Гидрогазодинамическое моделирование (CFD). Оптимизация конструкций и параметров процессов с использованием встроенных модулей.

Комплексное проектирование и оптимизация технологической линии с использованием цифровых инструментов

Практическое применение полученных знаний для разработки проекта технологической линии. Использование имитационного моделирования, оптимизация загрузки оборудования, экономические расчёты. Защита комплексного проекта.

Цифровые двойники и цифровое производство: концепции, технологии, внедрение

Определение цифрового двойника, его уровни (цифровой прототип, цифровая тень, цифровой двойник). Технологии создания (3D-сканирование, сенсорика, IoT). Интеграция с системами управления производством.

Проектирование технологической схемы производства в программе.

Проектирование технологических схем различных производства.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Функциональное моделирование технологического процесса

Практическое занятие 2. 3D-моделирование типового узла оборудования в КОМПАС-3D

Практическое занятие 3. Прочностной расчёт детали

Практическое занятие 4. Разработка технологической схемы производства с использованием библиотек КОМПАС-3D

Практическое занятие 5. Расчёт показателей надёжности и построение дерева отказов

Практическое занятие 6. Управление данными об изделии

Практическое занятие 7. Гидрогазодинамическое моделирование

Практическое занятие 8. Проектирование трубопроводной обвязки

Практическое занятие 9. Экономическое обоснование модернизации участка производства

Практическое занятие 10. Цифровой двойник технологической линии в КОМПАС-3D.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

1 Основы конструирования и проектирования промышленных аппаратов : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 368 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05422-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://biblio-online.ru/bcode/585895

4.3 Дополнительная литература

1. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12795-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/598457

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) не разработан

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

- Microsoft Windows;
- Программное обеспечение Microsoft Office;
- Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru/ - Научная электронная библиотека

2. Портал Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/
3. Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов. Электронная библиотечная система (ЭБС) https://urait.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Практические и семинарские занятия проводятся в лабораториях, в аудиториях 4408 или 4407 с демонстрацией работы лабораторных и научно-исследовательских установок и вспомогательного оборудования, что необходимо для более наглядного изучения дисциплины.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины «Проектирование технологических производств» является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и

методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных

взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается зачетом или экзаменом.

Преподаватель, принимающий зачет, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа магистрантов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Магистрант должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый магистрант должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Магистрант должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача магистранта. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Студенты, обучающиеся по дисциплине «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» в основном и специальном отделениях и освоившие учебную программу, выполняют зачетные/экзаменационные требования по проектированию технологических производств с соответствующей записью «удовлетворительно/хорошо/отлично» в экзаменационной ведомости.

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных учебных занятий, и выполнение установленных практических работ.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем».

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Проектирование технологических производств» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине «Проектирование технологических производств» методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине

«Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» выставляется оценка

«неудовлетворительно/удовлетворительно/хорошо/отлично».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине

«Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем» «удовлетворительно/хорошо/отлично»» (выполнили все практические работы и прошли устный опрос.)

Шкала оценивания	**Описание**

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом, студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. При этом могут быть допущены ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, исправленные при повторном ответе.
Удовлетво рительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво рительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Темы практических работ по дисциплине «Конструирование технологического оборудования»

Тематика практических работ изложена в пункте 3.4.

7.3.2. Промежуточная аттестация

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Темы теоретического раздела дисциплины

Приложение №1
к рабочей программе

ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ
«Проектирование технологических производств и эксплуатация промышленных систем»

1. Жизненный цикл промышленной системы: основные этапы, задачи инжиниринга, роль САПР в цифровизации производства.
2. Методологии функционального моделирования : назначение, основные элементы, правила построения, применение для анализа технологических процессов.
3. Понятие цифрового двойника: уровни зрелости, этапы создания, связь с трёхмерной моделью. Возможности КОМПАС-3D для формирования цифровых двойников.
4. КОМПАС-3D как российская импортонезависимая САПР: архитектура, конфигурации, особенности применения в машиностроении.
5. Твердотельное, поверхностное и листовое моделирование в КОМПАС-3D: сравнительная характеристика, основные операции, области применения.
6. Параметрическое 3D-моделирование: преимущества, принцип ассоциативности моделей и чертежей, управление параметрами.
7. Создание сборок и спецификаций в КОМПАС-3D: методы сопряжения, управление структурой изделия, формирование спецификаций по ЕСКД.
8. Нормативные требования к технологическим схемам (ГОСТ, ЕСКД, СПДС). Прикладные библиотеки КОМПАС-3D для схем («Технологическое оборудование и коммуникации», «Стандартные изделия»).
9. Приложение «Оборудование: Трубопроводы»: функциональные возможности, этапы создания трасс, размещение арматуры и стандартных изделий.
10. Проектирование принципиальных технологических схем с использованием библиотек: алгоритм создания, оформление документации.
11. Методы оценки надёжности технических систем: показатели безотказности, интенсивность отказов, построение дерева отказов.
12. Техническая диагностика оборудования: виды (вибродиагностика, тепловой контроль, акустическая эмиссия), применение для прогнозирования остаточного ресурса.
13. Диагностика коллизий в сборках КОМПАС-3D: инструменты проверки взаимного проникновения, зазоров, анализ собираемости.
14. Системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР): классификация стратегий, выбор оптимальной стратегии для промышленного оборудования.

15. Управление жизненным циклом производства: этапы, стратегии обновления и модернизации оборудования. Экономическая оценка эффективности модернизации.
16. Реинжиниринг производственных процессов: цели, этапы, инструменты (функциональное моделирование, имитационное моделирование), применение САПР.
17. Методы оценки надёжности технических систем: показатели безотказности, интенсивность отказов, построение дерева отказов.
18. Техническая диагностика оборудования: виды (вибродиагностика, тепловой контроль, акустическая эмиссия), применение для прогнозирования остаточного ресурса.
19. Диагностика коллизий в сборках КОМПАС-3D: инструменты проверки взаимного проникновения, зазоров, анализ собираемости.
20. Системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР): классификация стратегий, выбор оптимальной стратегии для промышленного оборудования.