

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова

Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ»

Направление: 09.04.02 Информационные системы и технологии

Цифровизация промышленных предприятий

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Мироненко Владимир
Витальевич
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Говорков Алексей
Сергеевич
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Кононенко Роман
Владимирович
Дата подписания: 19.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Прикладное применение задач оптимизации» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1.1
ОПК-7 Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределённых информационных систем и систем поддержки принятия решений	ОПК-7.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-1.1	Выполняет расчет оптимизации объектов с учетом представления об их функционировании. Обладает умением применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую математическую модель и проверить ее адекватность	Знать основные определения и утверждения теории оптимизации - классификацию оптимизационных задач. Уметь составить математическую модель прикладной задачи. и найти подходящий метод решения оптимизационной задачи Владеть навыками использования различных методов оптимизации для исследовательских и проектных задач
ОПК-7.1	Использует технологии обработки и анализа данных для разработки оригинальных алгоритмов и программных средств для разработки оптимизированного программного обеспечения	Знать сферу применения методов оптимизации для решения различных исследовательских и проектных задач Уметь использовать и создавать современные прикладные программные средства для решения исследовательских и проектных задач Владеть навыками создания математической модели при решении исследовательских и проектных задач

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Прикладное применение задач оптимизации» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Применение информационных технологий в промышленности», «Проектирование системы личностного и профессионального развития», «Тестирование программного обеспечения»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Применение искусственного интеллекта в промышленности», «Научно-исследовательский семинар», «Промышленный интернет вещей», «Цифровая трансформация промышленных предприятий»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	28	28
лекции	14	14
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	14	14
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	116	116
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Постановка задачи оптимизации, основные понятия и определения	1	2			3	4	1	30	Тест
2	Одномерные задачи оптимизации. Линейное программирование	2	2			1	4	1	30	Тест
3	Динамическое программирование	3	2							Тест

4	Проблемы методологии и моделирования в управлении промышленной корпорацией	4	2							Тест
5	Анализ экстремумов функций в задачах без ограничений и с ограничениями	5	2							Тест
6	Оптимизация принятия решений в оперативном управлении производством	6	2			2	3	1	20	Тест
7	Вариационные задачи на условный экстремум.	7	2			4	3	1	36	Тест
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		14				14		152	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Постановка задачи оптимизации, основные понятия и определения	Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения. Элементы выпуклого анализа. Безусловный экстремум. Условный экстремум. Выпуклое программирование. Условный экстремум при ограничениях типа равенства. Условный экстремум при ограничениях типа неравенства. Условный экстремум при ограничениях смешанного типа.
2	Одномерные задачи оптимизации. Линейное программирование	Постановка одномерной задачи оптимизации. Методы решения одномерных задач оптимизации. Градиентные методы оптимизации. Постановка задачи линейного программирования. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ. Симплекс-метод. Определение двойственной задачи. Практическая интерпретация двойственной задачи.
3	Динамическое программирование	Постановка задачи. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана. Оптимальное управление. Решение задач оптимального управления методом динамического программирования.
4	Проблемы методологии и моделирования в управлении промышленной корпорацией	Оптимизационное моделирование как основа построения системного механизма управления промышленной корпорацией. Многоуровневая иерархическая система управления корпорацией. Представление финансово-экономических,

		инновационно-инвестиционных и производственных процессов как основы моделирования планирования деятельности промышленной корпорации
5	Анализ экстремумов функций в задачах без ограничений и с ограничениями	Исследование технологического процесса по математической модели и выбор оптимального технологического режима. Оптимизационные задачи в инженерии
6	Оптимизация принятия решений в оперативном управлении производством	Проблемы моделирования и организации оперативного управления производством. Модели оптимизации и имитации в системе оперативного управления производством. Согласование стратегических планов развития предприятия с оперативным управлением производства сложных изделий с длительным технологическим процессом. Оптимизация организации производства на прямоточной линии, решение задачи на реальном примере
7	Вариационные задачи на условный экстремум.	Прямые методы вариационного исчисления. Метод Ритца. Метод Канторовича. Метод Галёркина

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Итерационный расчет изменения оснастки для оптимизации степени пружинистости деталей после штамповки в ESI Group PAM-STAMP	4
2	Оптимизация построения трубопровода: применение CAD-системы Siemens NX	3
3	Решение оптимизационных задач с использованием Mathcad	4
4	Оптимизация геометрии развертки: моделирование формообразования с целью уменьшения величины припуска в ESI Group PAM-STAMP	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	116

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Кейс-стади (разбор реальных задач) Анализ промышленных кейсов, связанных с оптимизацией производственных процессов, логистики, управления ресурсами. Обсуждение решений в группах с последующей презентацией. Компьютерные симуляции и деловые игры Использование ПО (Mathcad, Siemens NX, PAM-STAMP) для моделирования и оптимизации процессов. Игровые сценарии, где студенты принимают решения на основе данных. Групповые проекты Разработка оптимизационных моделей для реальных объектов (например, трубопроводов, производственных линий). Защита проектов с обоснованием выбранных методов. Интерактивные лекции с элементами дискуссии Обсуждение примеров из практики, разбор ошибок и альтернативных решений. Голосования или опросы через цифровые платформы (Mentimeter, Kahoot). Практикумы с использованием специализированного ПО Лабораторные работы в САД-системах (Siemens NX), математических пакетах (Mathcad). Соревнования на лучшее решение оптимизационной задачи. Peer-review (взаимооценка) Анализ и критика решений, предложенных одногруппниками. Развитие навыков критического мышления и аргументации. Гостевые лекции от экспертов Приглашение специалистов из промышленности для разбора актуальных кейсов. Q по применению оптимизации в реальных проектах.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Цель:

Закрепление теоретических знаний, развитие навыков применения методов оптимизации в реальных задачах с использованием специализированного ПО.

Формат проведения:

Занятия проходят в компьютерных классах с использованием программ: Mathcad, Siemens NX, ESI Group PAM-STAMP.

Каждое занятие посвящено решению конкретной прикладной задачи.

Работа выполняется индивидуально или в малых группах (2–3 человека).

Структура занятия:

Вводная часть (10–15 мин.)

Краткий инструктаж преподавателя.

Постановка задачи, разбор ключевых этапов решения.

Основная часть (60–70 мин.)

Выполнение расчетов, построение моделей, анализ результатов.

Консультации преподавателя в процессе работы.

Заключительная часть (10–15 мин.)

Обсуждение результатов, типовых ошибок.

Ответы на вопросы.

Примеры заданий:

Оптимизация геометрии детали в RAM-STAMP для уменьшения припуска.

Расчет оптимального маршрута трубопровода в Siemens NX.

Решение задачи линейного программирования в Mathcad.

Требования к отчету:

Описание задачи и методов решения.

Исходные данные, промежуточные расчеты, графики (если применимо).

Выводы с анализом результатов.

Критерии оценки:

Корректность применения методов оптимизации.

Точность расчетов и обоснованность выводов.

Оформление отчета.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Основной вид работы:

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам).

Цель:

Самостоятельное изучение теоретических основ, инструментов и методов, необходимых для выполнения практических заданий.

Рекомендации по организации:

Изучение теоретического материала:

Конспектирование лекций, учебников (например, Аттетков А.В. «Методы оптимизации»).

Разбор примеров решенных задач.

Подготовка к работе с ПО:

Изучение интерфейса и функционала Mathcad, Siemens NX, PAM-STAMP (руководства, видеоуроки).

Тренировка на простых примерах.

Решение типовых задач:

Выполнение аналогичных заданий из учебных пособий.

Проверка результатов с помощью расчетов или симуляций.

Оформление предварительных расчетов:

Подготовка шаблонов для отчетов.

Составление плана решения задачи.

Контроль самостоятельной работы:

Проверка конспектов и предварительных расчетов перед практическим занятием.

Мини-тесты в начале занятия для оценки уровня подготовки.

Обсуждение вопросов в чатах или на форумах курса.

Рекомендуемые ресурсы:

Учебники из списка литературы (разделы, соответствующие теме занятия).

Документация к ПО:

Mathcad User Guide.

Siemens NX Tutorials.

PAM-STAMP Manuals.

Открытые курсы на Coursera, Stepik (например, «Оптимизация в инженерии»).

Важно:

Самостоятельная работа должна занимать не менее 4–6 часов на подготовку к каждому практическому занятию.

При возникновении сложностей — обращаться к преподавателю заранее, а не в день занятия.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Тест

Описание процедуры.

Основной вид контроля — тестирование, проводимое в электронной форме (СДО Moodle, Google Forms, Testograf) или письменно (для аудиторных работ).

Этапы проведения:

Входное тестирование (в начале курса):

Проверка базовых знаний по математическому моделированию и оптимизации.

Время: 20–30 минут.

Формат: 10–15 вопросов (закрытые, на соответствие, краткий ответ).

Текущее тестирование (после каждого раздела):

Оценка усвоения темы (например, "Линейное программирование", "Динамическое программирование").

Время: 30–40 минут.

Формат: 15–20 вопросов (включая расчетные задачи с автоматической проверкой в Mathcad/Python).

Итоговый тест (экзаменационный):

Комплексная проверка знаний по всем разделам.

Время: 60 минут.

Формат: 25–30 вопросов (разные типы, включая кейсы из промышленности).

Правила:

Тесты проводятся очно (в компьютерном классе) или дистанционно с прокторингом (например, через Zoom).

Использование материалов разрешено только для открытых вопросов (например, анализ кейса).

Результаты автоматически обрабатываются (для закрытых вопросов) или проверяются преподавателем (для расчетных задач).

Критерии оценивания.

Оценка выставляется по 100-балльной шкале с переводом в 5-балльную систему:

85–100 Отлично - Полные, точные ответы на все вопросы.
- Корректное решение расчетных задач с обоснованием.

- Умение применять методы оптимизации к нестандартным кейсам.
- 70–84 Хорошо - Допущены 1–2 ошибки в теоретических вопросах.
- Незначительные погрешности в расчетах (например, округление).
- Частичное обоснование решений.
- 50–69 Удовлетворительно - Правильные ответы на 50–70% вопросов.
- Грубые ошибки в расчетах, но верный ход решения.
- Отсутствие анализа в кейсах.
- 0–49 Неудовлетворительно - Неправильные ответы на большинство вопросов.
- Неверный выбор методов оптимизации.
- Отсутствие ответов на расчетные задачи.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-1.1	<p>Критерии оценивания:</p> <p>Корректность выбора математической модели:</p> <p>Оценка способности выбирать подходящую модель для решения поставленной задачи.</p> <p>Умение применять модель к реальным объектам с учетом их функционирования.</p> <p>Точность расчетов:</p> <p>Оценка точности выполненных расчетов оптимизации.</p> <p>Проверка результатов на соответствие заданным критериям эффективности.</p> <p>Анализ адекватности модели:</p> <p>Способность проводить анализ адекватности выбранной модели по результатам расчетов.</p> <p>Корректность выводов, сделанных на основе полученных данных.</p> <p>Документирование результатов:</p>	<p>Тестирование:</p> <p>Проведение письменных тестов с вопросами по теории оптимизации, выбору моделей и методам их проверки.</p> <p>Практические задания:</p> <p>Выполнение расчетов оптимизации на реальных или смоделированных объектах.</p> <p>Проектная работа:</p> <p>Разработка проекта, включающего выбор объекта, применение модели и обоснование</p>

	<p>Качество представления расчетов и выводов в документированной форме.</p> <p>Четкость и полнота объяснений, сопровождающих математические решения.</p> <p>Критическое мышление:</p> <p>Способность выявлять возможные ошибки в расчетах и корректировать их.</p> <p>Умение обосновывать выбор методов и моделей, а также их ограничения.</p>	<p>результатов.</p> <p>Защита результатов:</p> <p>Презентация и защита проекта перед комиссией с объяснением выбора методов.</p> <p>Рефлексия и самооценка:</p> <p>Анализ студентом своих результатов, выявление сильных и слабых сторон.</p>
ОПК-7.1	<p>Понимание технологий обработки данных:</p> <p>Способность объяснять и применять технологии обработки и анализа данных.</p> <p>Разработка оригинальных алгоритмов:</p> <p>Создание уникальных алгоритмов, соответствующих поставленным задачам.</p> <p>Оценка их эффективности и производительности.</p> <p>Программные средства:</p> <p>Умение использовать языки программирования и среды разработки для реализации алгоритмов.</p> <p>Оптимизация программного обеспечения:</p> <p>Способность оптимизировать решения для повышения их эффективности.</p> <p>Документация и представление результатов:</p>	<p>Практические задания:</p> <p>Разработка алгоритмов и программного обеспечения с использованием технологий обработки данных.</p> <p>Проектные работы:</p> <p>Создание проекта, демонстрирующего применение технологий обработки данных и оптимизации.</p> <p>Тестирование и контрольные работы:</p> <p>Проведение тестов по теоретическим основам обработки данных</p>

	<p>Четкое документирование алгоритмов и представление результатов в структурированной форме.</p> <p>Командная работа:</p> <p>Взаимодействие с командой при разработке и внедрении алгоритмов.</p>	<p>и алгоритмов.</p> <p>Презентации:</p> <p>Защита проектов с обоснованием выбора методов и демонстрацией результатов.</p> <p>Рефераты и научные статьи:</p> <p>Написание работ по актуальным темам в области обработки данных.</p> <p>Портфолио:</p> <p>Сбор и представление работ, проектов и достижений, связанных с разработкой алгоритмов.</p>
--	---	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Оценка знаний студентов проводится с использованием следующих типовых оценочных средств:

Тесты (входные, текущие, итоговые):

Проводятся в электронном или письменном формате.

Включают вопросы разных типов: закрытые, открытые, расчетные задачи, кейсы.

Практические задания:

Решение оптимизационных задач в специализированном ПО (Mathcad, Siemens NX, PAM-STAMP).

Анализ результатов и оформление отчета.

Кейс-стади:

Разбор реальных промышленных задач с применением методов оптимизации.

Защита решений перед комиссией.

Этапы оценки:

Подготовка:

Студенты получают материалы для изучения (лекции, учебники, руководства по ПО).

Проведение:

Тестирование или выполнение задания в установленные сроки.

Проверка:

Автоматическая (для тестов) или экспертная (для расчетных задач и кейсов).

Анализ результатов:

Обратная связь от преподавателя, разбор ошибок.

Пример задания:

2. Примеры задач

Теоретические вопросы:

"Перечислите основные этапы решения задачи линейного программирования" (краткий ответ).

"Объясните принцип работы симплекс-метода" (развернутый ответ).

Практические задачи:

"Рассчитайте оптимальный план производства для заданных ограничений (используйте Mathcad)".

Дано:

Целевая функция:

Z

=

3

x

1

+

5

$$\begin{aligned} & x \\ & 2 \\ & \rightarrow \\ & \max \\ & Z=3x \\ & 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & +5x \\ & 2 \end{aligned}$$

$\rightarrow \max.$

Ограничения:

$$\begin{aligned} & 2 \\ & x \\ & 1 \\ & + \\ & 4 \\ & x \\ & 2 \\ & \leq \\ & 10 \\ & 2x \\ & 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & +4x \\ & 2 \end{aligned}$$

$\leq 10,$

$$\begin{aligned} & x \\ & 1 \\ & + \\ & x \\ & 2 \\ & \leq \\ & 4 \\ & x \\ & 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & +x \\ & 2 \end{aligned}$$

$\leq 4,$

$$\begin{aligned} & x \\ & 1 \\ & , \\ & x \\ & 2 \end{aligned}$$

\geq
0
x
1

,x
2

≥ 0 .

Требуется: найти

x
1
,
x
2
x
1

,x
2

, максимизирующие

Z
Z.

"Оптимизируйте геометрию детали в PAM-STAMP для уменьшения припуска".

Дано: 3D-модель детали.

Требуется: провести симуляцию штамповки и скорректировать параметры.

Кейсы:

"Предложите метод оптимизации логистических маршрутов для предприятия с учетом затрат и времени".

Дано: карта маршрутов, данные по затратам.

Требуется: выбрать алгоритм (например, метод ветвей и границ) и обосновать решение.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Полнота ответа: - Четкие определения всех ключевых терминов. - Охват всех аспектов вопроса	- Незначительные недочеты: - Отсутствие 1-2 ключевых деталей. - Примеры приведены, но без	- Минимальный уровень: - Основные термины определены, но нет детализации. - Нет примеров или они нерелевантны.	Критические ошибки: - Неверный выбор метода (например, применение линейного программирования к нелинейной задаче). - Отсутствие расчетов

<p>(история, современное применение). - Примеры из научной литературы (например, работы Беллмана, Данцига). - Научная обоснованность: - Корректное использование теорий. - Демонстрация взаимосвязей между концепциями (например, связь симплекс-метода и двойственности). - Логика изложения: - Структурированный ответ (введение → анализ → выводы). - Практическая применимость: - Примеры из реальных кейсов (например, оптимизация логистики в Amazon).</p>	<p>ссылок на источники. - Научная обоснованность: - Теории применены верно, но без углубленного анализа. - Логика изложения: - Ответ структурирован, но выводы слабо аргументированы.</p>	<p>- Научная обоснованность: - Теории упомянуты, но с ошибками. - Логика изложения: - Ответ фрагментарный, части противоречат друг другу.</p>	<p>или их несоответствие условиям. - Логика: - Решение не обосновано.</p>
---	---	--	---

7 Основная учебная литература

1. Бородин В. И. Совершенствование методики оптимизации развивающихся систем водоотведения : автореферат диссертации... кандидата технических наук 05.23.04 / Бородин Вячеслав Игоревич, 2007. - 19.
2. Ламбин А. И. Оптимизация процессов бурения скважин. Элементарное введение в методы оптимизации : учебное пособие / А. И. Ламбин, Т. Фуньлин, Ц. Гошень, 2006. - 92.
3. Алексеев Владимир Михайлович. Сборник задач по оптимизации: Теория. Примеры. Задачи : для математических специальностей вузов / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров, 1984. - 288.

4. Мальцева Г. Д. Системно-структурные модели Коршуновского и Рудногорского железорудных месторождений как основа оптимизации плотности сети наблюдений : автореферат диссертации кандидата геолого-минералогических наук: 04.00.14 / Галина Дмитриевна Мальцева, 1988. - 18.

5. Леонов Н. Б. Роль операций рудоподготовки и реагентов при оптимизации и интенсификации сульфидной флотации : автореферат диссертации... кандидата технических наук: 05.15.08 / Николай Борисович Леонов, 1979. - 20.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Экономико-математические модели оптимизации проектирования и планирования развития электроэнергетики : сб. науч. тр. / Науч.-исслед. энергет. ин-т им. Г. М. Кржижановского, 1985. - 141.

2. Леонов Н. Б. Роль операций рудоподготовки и реагентов при оптимизации и интенсификации сульфидной флотации : дис... канд. техн. наук: 05.15.08 / Н. Б. Леонов, 1979. - 155.

3. Конструктивные методы оптимизации [Текст]. Ч. 2 : Задачи управления / Р. Горбасов, Ф. М. Кириллова, 1984. - 207.

4. Параубек Сетевое планирование и управление. Методы построения, расчетов и оптимизации сетевых графиков. Вып. 5, 1967. - 144.

5. Методы оптимизации в инженерных и экономических задачах: (Нелинейн. и динам. модели) : учеб. пособие / И. М. Кодолов и др., 1978. - 68.

6. Стрекаловский А. С. Элементы невыпуклой оптимизации / А. С. Стрекаловский, 2003. - 355 с.

7. Пакет программ многошаговой оптимизации (ПП МОДА) / Авт.-сост. В. С. Танаев и др., 1984. - 74.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>

2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>

2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. ESI_Group_PAM-STAMP 2G _поставка 2010г.

2. ESI_Group_модуль Spring Back compensation для PAM-STAMP 2G_поставка 2011

3. ESI_Group_модуль Inverse-Solver Enviroment (включая Automatic Mesher for Inverse) для PAM-STAMP 2G_поставка 2011

4. ESI_Group_модуль Blank optimization and Trimline optimization для PAM-STAMP 2G_поставка 2011
5. Siemens NX 1899 Academic CAD+CAM (учебная)_обновление 2019 _50 р.м.
6. Siemens NX7.5 Mach 3 Industrial Design_поставка 2010 г. (Обновлен до Siemens NX 10)
7. Siemens NX7.5 Mach 3 Total Machining _поставка 2010 г. (Обновлен до Siemens NX 10)
8. Siemens Femap with Nastran
9. PTC_MathCAD14
10. PTC MathCAD15 english_поставка_2010
11. PTC Mathcad Professional _поставка 2014
12. PTC MathCAD Education Universiti Edition (50 мест)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер Core 2 Duo E6550/250/2*1024/FDD DVDRW/17"монитор
2. Компьютер Core 2 Duo
E8500/4Gb/320Gb/VGA512Gb/DVD-RW/CR/Sound/Net/19/ИБП/КЛ/мышь
3. Ноутбук HP Pavilion 15-ab206ur Core i5 5200U.6Gb.1tb.DVD-RM.nVidia GeF-orce 940M
4. Компьютер i965 CORE E2160/2Gb/160/DVDRW/FDD GF256Mb/LG 22