

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

Структурное подразделение «Самолетостроения и эксплуатации авиационной техники
(104)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 18 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ»

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Кудрявцев Александр
Александрович
Дата подписания: 19.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Подрез Никодим
Владимирович
Дата подписания: 20.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Распопина Вера
Борисовна
Дата подписания: 20.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Моделирование систем и процессов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способность и готовность участвовать в разработке проектов авиационной техники различного целевого назначения	ПК-1.6, ПК-1.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.6	Разрабатывает математические модели систем и процессов и алгоритмы для решения прикладных и инженерных задач в авиастроении	Знать основные методы математического моделирования элементов инженерных систем и физических процессов с применением компьютера Уметь разрабатывать математические модели инженерных систем и физических процессов с применением компьютера Владеть основами разработки конечно-элементных моделей при решении инженерных задач
ПК-1.7	Применяет математические модели систем и процессов и алгоритмы для решения прикладных и инженерных задач в авиастроении	Знать возможности методов математического моделирования систем и процессов в решении инженерных задач Уметь применять основные математические методы в решении инженерных Владеть применением метода конечных элементов в решении инженерных задач

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование систем и процессов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Информационные технологии», «Теория механизмов и машин», «Теоретическая механика», «Термодинамика и теплопередача», «Сопrotивление материалов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Прочность конструкций», «Конструирование самолетов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Аудиторные занятия, в том числе:	112	64	48
лекции	48	32	16
лабораторные работы	64	32	32
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	104	44	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой, Экзамен	Зачет с оценкой	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ 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	Введение в дисциплину	1	2					1, 2, 3, 4	11	Собеседование
2	Основная идея метода конечных элементов	2, 3	4	1	4			1, 2, 3, 4	11	Собеседование
3	Основные положения механики твердого деформируемого тела, необходимые для конечно-элементного моделирования при решении задач статики	4, 5	4	2, 3, 4	8			1, 2, 3, 4	11	Контрольная работа, Устный опрос
4	Решение простейших задач статики деформируемого твердого тела	6, 7, 8, 9	8	5, 6, 7, 8	12			1, 2, 3, 4	11	Контрольная работа, Устный опрос

	методом конечных элементов									
5	Конечные элементы более сложной формы (криволинейные, четырехугольные, объемные)	10, 11, 12	6	9	4					Устный опрос
6	Численное интегрирование и его применение в методе конечных элементов	13, 14, 15, 16	8	10	4					Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		32		32				44	

Семестр № 6

№ 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	Некоторые аспекты вариационного исчисления.	1	2	1, 2, 3	6			1, 2, 3	20	Собеседование
2	Задачи о стационарных полях	2, 3, 4, 5	8	7	4			1, 2, 3	40	Устный опрос
3	Нестационарные задачи теории поля	6, 7, 8	6	8, 10	8					Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		18				96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в дисциплину	Понятие модели. Математическое моделирование процессов различной природы. Современные системы моделирования, применяемые в инженерной практике.
2	Основная идея метода конечных элементов	Дискретизация. Типы конечных элементов. Нумерация узлов. Понятие интерполяции. Интерполяционные полиномы и функции формы на примере одномерного конечного элемента первого порядка. Двумерный треугольный конечный элемент первого порядка. Интерполирование векторных величин.

		Интерполяционные полиномы для группы конечных элементов.
3	Основные положения механики твердого деформируемого тела, необходимые для конечно-элементного моделирования при решении задач статики	Составляющие напряжения. Составляющие деформации. Закон Гука. Энергия деформации. Вариационные принципы. Принцип возможной работы. Теорема Кастилиано. Принцип стационарности потенциальной энергии.
4	Решение простейших задач статики деформируемого твердого тела методом конечных элементов	Предпосылки матричной записи выражения энергии деформации. Матрица дифференцирования функций формы. Матрица упругости. Матричная запись энергии деформации. Составляющие потенциальной энергии внешних сил. Матрица жесткости. Учет граничных условий. Решение одномерной задачи статики методом конечных элементов.
5	Конечные элементы более сложной формы (криволинейные, четырехугольные, объемные)	Естественная система координат. Четырехугольный конечный элемент. Объемный конечный элемент.
6	Численное интегрирование и его применение в методе конечных элементов	Интерполяционная формула Лагранжа. Задача численного интегрирования функции. Квадратурные формулы.

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Некоторые аспекты вариационного исчисления.	Задача вариационного исчисления. Понятие функционала.
2	Задачи о стационарных полях	Общее дифференциальное уравнение в задачах о стационарных полях. Понятие функционала. Конечно-элементные преобразования функционала и построение системы линейных алгебраических уравнений. Уравнение теплопроводности.
3	Нестационарные задачи теории поля	Общее дифференциальное уравнение в нестационарных задачах. Матрица демпфирования элемента. Моделирование теплопроводности при нестационарном режиме.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Простейшая конечно-элементная модель деформирования тела	4

2	Модель одноосного напряженного состояния из трехмерных конечных элементов	2
3	Модель плоского напряженного состояния из двумерных конечных элементов	2
4	Модели плоского напряженного и плоского деформируемого состояний из трехмерных конечных элементов	4
5	Конечный элемент типа Beam	2
6	Модель консольной рамы из элементов типа BEAM. Эпюры внутренних силовых факторов	2
7	Модель свободно опертой балки из элементов типа BEAM	2
8	Конечно-элементная модель косоугольного изгиба балки	6
9	Конечно-элементная модель изгиба тонкостенной балки	4
10	Конечно-элементная модель растянутой пластины с круглым отверстием	4

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Конечно-элементная модель выпучивания центрально сжатого стержня	2
2	Конечно-элементная модель выпучивания свободно опертой сжатой пластинки	2
3	Конечно-элементная модель выпучивания свободно опертой пластинки в условиях сдвига	2
4	Проектирование легкой пластинки с элементами жесткости	4
5	Конечно-элементная модель температурного расширения	2
6	Конечно-элементная модель цилиндрической посадки с натягом	4
7	Конечно-элементная модель передачи теплоты через плоскую стенку при стационарном режиме	4
8	Конечно-элементная модель нестационарного процесса теплопередачи	4
9	Определение количества теплоты, воспринятой твердым телом за отрезок времени при нестационарном режиме	4
10	Исследование влияния толщины слоя теплозащитного покрытия на температуру стенки корпуса сверхзвукового летательного аппарата кратковременного действия в условиях аэродинамического нагрева	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	4
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
3	Проработка разделов теоретического материала	12
4	Решение специальных задач	20

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	4
2	Проработка разделов теоретического материала	12
3	Решение специальных задач	44

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, разбор конкретных ситуаций, интерактивные лекции, моделирование профессиональной деятельности

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

При выполнении лабораторных работ используется учебное пособие [3] из списка основной литературы. Задания по лабораторным работам предлагаются преподавателем по вариантам для каждого студента в соответствии с темой текущего занятия.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентов выражается в освоении ими в необходимом объеме учебной программы по дисциплине, выработке навыков решения инженерных задач с комплексным моделированием различных физических процессов, а также в подготовке к аудиторным занятиям и выполнении соответствующих заданий.

Лабораторным работам в обязательном порядке должна предшествовать самостоятельная подготовительная работа студента, целями которой являются:

изучение и повторение лекционного материала (каждая тема включает вопросы для самоконтроля и тестовые задания);

самостоятельное изучение теоретического материала, необходимого для успешного выполнения задания по лабораторной работе;

формирование навыков самостоятельной работы с учебной и научной литературой по изучаемому предмету.

Решение специальных задач выполняется с использованием пособия [1] из списка основной литературы.

Контроль выполнения заданий для самостоятельной работы проводится в следующих формах:

- проверка и прием отчетов по выполненным самостоятельным работам;
- подготовка к итоговому контролю – экзамену.

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 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос представляет собой задание в конце занятия нескольких вопросов по изучаемой теме. Вопросы задаются всей аудитории.

Критерии оценивания.

Студенты, правильно ответившие на вопросы, получают дополнительные баллы к рейтингу или защиту лабораторной работы.

6.1.2 семестр 5 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Преподаватель проверяет модель, построенную и рассчитанную в системе FEMAP в аудитории в соответствии с заданием. Дает заключение о выполнении работы в виде оценки по пятибалльной шкале.

Критерии оценивания.

Работа выполнена без ошибок - оценка 5.
Работа выполнена с одной ошибкой - оценка 4.
Работа выполнена с двумя ошибками - оценка 3.
Работа выполнена с тремя и более ошибками - оценка 2. В этом случае работу следует выполнить еще раз в другое время.

6.1.3 семестр 5 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Преподаватель проверяет модель, построенную и рассчитанную в системе FEMAP в аудитории в соответствии с заданием. Задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Критерии оценивания.

Лабораторная работа считается защищенной при наличии правильно построенной и рассчитанной модели и уверенных ответах на контрольные вопросы.

6.1.4 семестр 5 | Собеседование

Описание процедуры.

Собеседование представляет собой беседу преподавателя по выполнению лабораторной работы с каждым студентом в ходе занятия.

Критерии оценивания.

Студентам, способным грамотно поддержать беседу на заданную тему, не задаются дополнительные вопросы при защите лабораторной работы.

6.1.5 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос представляет собой задание в конце занятия нескольких вопросов по изучаемой теме. Вопросы задаются всей аудитории.

Критерии оценивания.

Студенты, правильно ответившие на вопросы, получают дополнительные баллы к рейтингу или защиту лабораторной работы.

6.1.6 семестр 6 | Собеседование

Описание процедуры.

Собеседование представляет собой беседу преподавателя по выполнению лабораторной работы с каждым студентом в ходе занятия.

Критерии оценивания.

Студентам, способным грамотно поддержать беседу на заданную тему, не задаются дополнительные вопросы при защите лабораторной работы.

6.1.7 семестр 6 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Преподаватель проверяет модель, построенную и рассчитанную в системе FEMAP в аудитории в соответствии с заданием. Задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Критерии оценивания.

Лабораторная работа считается защищенной при наличии правильно построенной и рассчитанной модели и уверенных ответах на контрольные вопросы.

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
ПК-1.6	Выполнение всех лабораторных работ и заданий для самостоятельной работы, предусмотренных РПД, в течение семестра. Получение положительных оценок за	Устное собеседование и (или) тесты и (или) практические

	контрольные работы. Выполнение итогового теста с результативностью не менее 60%. Выполнение практического задания на экзамене.	задания
ПК-1.7	Выполнение всех лабораторных работ и заданий для самостоятельной работы, предусмотренных РПД, в течение семестра. Получение положительных оценок за контрольные работы. Выполнение итогового теста с результативностью не менее 60%. Выполнение практического задания на экзамене.	Устное собеседование и (или) тесты и (или) практические задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Дифференцированный зачет (семестр 5) проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Включает выполнение практического задания. Условием допуска к дифференцированному зачету является выполнение всех лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы, а также положительные оценки за контрольные работы.

Оценка за дифференцированный зачет составляет среднее арифметическое из трех оценок:

- 1) Оценка за практическое задание на зачете.
- 2) Оценка за самостоятельную работу. В ходе самостоятельной работы нужно решить специальные задачи, выставленные в электронном обучении в разделе «Самостоятельная работа». За каждую специальную задачу первого семестра, решенную верно и в установленный срок, начисляется один балл. Если задача решена верно, но не вовремя, балл за нее не начисляется. Всего в первом семестре предусмотрено десять задач, за которые можно набрать 10 баллов (10 баллов – оценка 5; 9 баллов – оценка 4,5).
- 3) Оценка за контрольные работы. Вычисляется как среднее арифметическое за все контрольные работы в первом семестре.

Например: практическое задание – 5; оценка за самостоятельную работу – 3,5; средняя оценка за контрольные работы – 4,5. Итого: $(5 + 3,5 + 4,5)/3 = 4,33$ (хорошо).

Пример задания:

Определить относительные деформации для элемента, находящегося в объемном напряженном состоянии, при заданной величине главных напряжений, если известны упругие характеристики материала.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Среднее арифметическое свыше 4,5.	Среднее арифметическое свыше 3,5 до 4,5.	Среднее арифметическое от 2,5 до 3,5.	Среднее арифметическое менее 2,5.

6.2.2.2 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен (семестр 6) проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Включает выполнение теста (теоретическая часть) и демонстрацию практических навыков построения, расчета и анализа моделей систем и процессов с применением современных информационных технологий. Условием допуска к экзамену является выполнение всех лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы, а также положительные оценки за контрольные работы.

Оценка за экзамен составляет среднее арифметическое из четырех оценок:

- 1) Оценка за тест.
- 2) Оценка за практическое задание на экзамене.
- 3) Оценка за самостоятельную работу. В ходе самостоятельной работы нужно решить специальные задачи, выставленные в электронном обучении в разделе «Самостоятельная работа». За каждую специальную задачу второго семестра, решенную верно и в установленный срок, начисляется один балл. Если задача решена верно, но не вовремя, балл за нее не начисляется. Всего во втором семестре предусмотрено десять задач, за которые можно набрать 10 баллов (10 баллов – оценка 5; 9 баллов – оценка 4,5).
- 4) Оценка за контрольные работы. Вычисляется как среднее арифметическое за все контрольные работы в обоих семестрах.

Например: тест – 90% (4,5); практическое задание – 5; оценка за самостоятельную работу – 3,5; средняя оценка за контрольные работы – 4,5. Итого: $(4,5 + 5 + 3,5 + 4,5)/4 = 4,375$ (хорошо).

Пример задания:

Определить тепловой поток через 1 м² кирпичной стены помещения толщиной в два кирпича ($\delta = 510$ мм) с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8$ Вт/(м·°С). Температура воздуха внутри помещения $t_{ж1} = 18$ °С; коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стены $\alpha_1 = 7,5$ Вт/(м²·°С); температура наружного воздуха $t_{ж2} = -30$ °С; коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 20$ Вт/(м²·°С). Вычислить также температуры на поверхностях стены $t_{ст1}$ и $t_{ст2}$.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Твердо знает: основные методы, способы и средства получения,	Знает: основные методы, способы и средства получения,	Нетвердо знает: основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки	Не знает: основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки

<p>хранения и переработки информации; основные математические методы в теории упругости; несколько наиболее известных систем компьютерного инженерного моделирования и общие основы работы в этих системах.</p> <p>Уверенно умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации в решении простейших инженерных задач; применять основные математические методы в решении инженерных задач; применять вычислительную технику и современные программные средства в решении задач инженерного анализа.</p> <p>Свободно владеет: основными приемами математического моделирования элементов инженерных систем и физических</p>	<p>хранения и переработки информации; основные математические методы в теории упругости; несколько наиболее известных систем компьютерного инженерного моделирования и общие основы работы в этих системах.</p> <p>Умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации в решении простейших инженерных задач; применять основные математические методы в решении инженерных задач; применять вычислительную технику и современные программные средства в решении задач инженерного анализа.</p> <p>Владеет: основными приемами математического моделирования элементов инженерных систем и физических</p>	<p>информации; основные математические методы в теории упругости; несколько наиболее известных систем компьютерного инженерного моделирования и общие основы работы в этих системах.</p> <p>Умеет с подсказками: применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации в решении простейших инженерных задач; применять основные математические методы в решении инженерных задач; применять вычислительную технику и современные программные средства в решении задач инженерного анализа.</p> <p>Слабо владеет: основными приемами математического моделирования элементов инженерных систем и физических процессов; основами метода конечных элементов в решении инженерных задач; программным комплексом FEMAP</p>	<p>информации; основные математические методы в теории упругости; несколько наиболее известных систем компьютерного инженерного моделирования и общие основы работы в этих системах.</p> <p>Не умеет: применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации в решении простейших инженерных задач; применять основные математические методы в решении инженерных задач; применять вычислительную технику и современные программные средства в решении задач инженерного анализа.</p> <p>Не владеет: основными приемами математического моделирования элементов инженерных систем и физических процессов; основами метода конечных элементов в решении инженерных задач; программным комплексом FEMAP в решении задач моделирования простейших инженерных систем и процессов.</p>
---	---	---	---

<p>процессов; основами метода конечных элементов в решении инженерных задач; программным комплексом FEMAP в решении задач моделирования простейших инженерных систем и процессов.</p>	<p>процессов; основами метода конечных элементов в решении инженерных задач; программным комплексом FEMAP в решении задач моделирования простейших инженерных систем и процессов.</p>	<p>в решении задач моделирования простейших инженерных систем и процессов.</p>	
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Пыхалов А. А. Математические модели в инженерных приложениях : учебное пособие для инженерных специальностей... / А. А. Пыхалов, А. А. Кудрявцев, 2008. - 183.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-1674.pdf>

2. Кудрявцев А. А. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / А. А. Кудрявцев, С. В. Молокова, 2022. - 96.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-31156.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Краснощеков Евгений Александрович. Задачник по теплопередаче : для теплоэнерг. спец. вузов / Евгений Александрович Краснощеков, Александр Семенович Сукомел, 1980. - 287.

2. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена : учеб. пособие для энергомашиностроит. спец. вузов / Под ред. В. М. Крутова, Г. Б. Петражицкого, 1986. - 383.

3. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче : для ин-тов водного транспорта / под ред. Л. В. Арнольда, 1960. - 292.

4. Погорелов В. И. Строительная механика тонкостенных конструкций : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 160800 "Ракетостроение и космонавтика" / В. И. Погорелов, 2007. - 518.

5. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем / С. П. Тимошенко ; пер. И. К. Снитко, 1946. - 531.

6. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике : пер. с англ. / О. Зенкевич; ред. Б. Е. Победри, 1975. - 541.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-8221.pdf>

7. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле : переводное издание / С. П. Тимошенко, Д. Х. Янг, У. Уивер, 1985. - 472.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-8675.pdf>

8. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran / С. П. Рычков, 2016. - 783.

9. Тимошенко С.П. Механика материалов : [пер. с англ.] / С. П. Тимошенко, Дж. Гере, 2002. - 669.

10. Тимошенко С. П. Пластинки и оболочки / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер, 1966. - 635.

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. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
2. Siemens Femap with Nastran

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Acer X112
2. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
3. Монитор Samsung LCD 17 TCO03