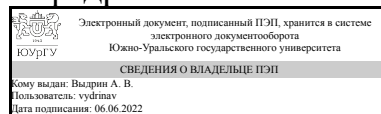


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



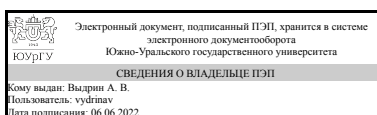
А. В. Выдрин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.08 Системы инженерного анализа технологических машин
для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Инжиниринг технологического оборудования
форма обучения очная
кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

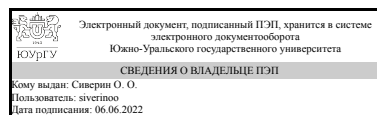
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,
старший преподаватель



О. О. Сиверин

1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины: формирование у слушателей знаний, умений и навыков применения современных систем инженерного анализа при проектировании, прототипировании и эксплуатации технологических машин. Задачи изучения дисциплины: практическое изучение основных принципов исследования узлов и деталей технологических машин, совершенствование навыков компьютерного моделирования и анализа полученных результатов, построения твердотельных моделей, анализа результатов компьютерного моделирования с учётом режимов работы технологического оборудования.

Краткое содержание дисциплины

Курс включает в себя 24 часа лекционных занятий и 24 часа практических работ. Вид промежуточного контроля по курсу - экзамен. В рамках изучения дисциплины рассматриваются вопросы: 1. Основные понятия об современных методах инженерного анализа в машиностроении. 2. Подготовка моделей для исследования современными инженерными методами. 3. Инженерные расчеты в САЕ системах.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-7 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Знает: стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования и систем инженерного анализа Умеет: моделировать технические объекты с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить анализ по заданным методикам с обработкой результатов исследований Имеет практический опыт: исследования технических объектов на прочность изменение формы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и расчётов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	51,5	51,5
Подготовка к экзамену	6,5	6,5
Закрепление навыков, полученных на практических занятиях	45	45
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия об современных методах инженерного анализа в машиностроении.	4	4	0	0
2	Подготовка моделей для исследования современными инженерными методами.	20	12	8	0
3	Инженерные расчеты в САЕ системах	24	8	16	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия об автоматизированном проектировании и о CAD, CAE системах. Обзор существующих систем проектирования. Основные принципы работы в CAD/CAM/CAE системах. Методы трехмерного моделирования. Термины автоматизированного проектирования. Отличие понятия САПР в международном и российском контексте. Деление CAD/CAM/CAE систем на системы верхнего, среднего и нижнего уровней. Жизненный цикл продукта. Основные процедуры попадающие в область задач CAD,CAM и CAE систем. Методы трехмерного моделирования. Твердотельное (сплошное, объемное) моделирование.	2
2	1	Методы трехмерного моделирования. Каркасное (проволочное) моделирование. Поверхностное (полигональное) моделирование. Твердотельное (сплошное, объемное) моделирование. Гибридное моделирование. Понимание концепций твердотельного моделирования. Способы построения моделей.	2
3	2	Идеализация модели: упрощение геометрии, выделение срединных	4

		поверхностей, деление тел для локального управления качеством сетки. Сборки в CAD системах. Способы проектирования сборок. Свойства сборок. Создание и ведение сверхбольших трехмерных сборок. Классификация трехмерных сборок по количеству компонентов. Структурирование сверхбольших трехмерных сборок. Программные решения в CAD системах для работы с CTC.	
4	2	Сборки в CAD системах. Способы проектирования сборок. Свойства сборок. Создание и ведение сверхбольших трехмерных сборок. Классификация трехмерных сборок по количеству компонентов. Структурирование сверхбольших трехмерных сборок. Программные решения в CAD системах для работы с CTC.	4
5	2	Использование систем автоматизированного проектирования для поддержки систем инженерного анализа. Сравнительный анализ сфер применения различных средств автоматизированного проектирования. Импорт разработанных моделей для использования в инженерных расчётах	4
6	3	Основные принципы и понятия инженерного анализа: прочность конструкций, напряженно-деформированное состояние, критерии разрушения. Основные шаги МКЭ: идеализация, дискретизация, решение системы дифференциальных уравнений. Метод конечных элементов. Классификация методов инженерного анализа. Численные методы. Метод конечных элементов. Виды МКЭ. Виды и формы конечных элементов. Общий алгоритм статического расчета МКЭ. Ошибки метода конечных элементов.	4
7	3	Совершенствование методов построения расчетных сеток. Алгоритм работы с САЕ. Инженерный анализ напряженно-деформированного состояния деталей и конструкций при различных видах внешних нагрузок. Запуск модели на расчет. Зависимость времени расчета от сложности модели и типа анализа. Понятие сходимости численного метода. Поиск решения. Постпроцессинг. Детальный визуальный и количественный анализ результатов. Оптимизация. Целевая функция. Математическая формулировка задачи оптимизации. Виды оптимизации. Метод структурной оптимизации. Параметрическая оптимизация.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
01	2	Разработка моделей деталей по чертежам.	1
02	2	Проектирование валов и механических передач.	1
03	2	Сборка элементов конструкции. Основные принципы сопряжений моделей.	1
04	2	Создание сложных корпусных деталей. Литые и сварные конструкции.	1
05	2	Создание моделей сложных тел вращения. зубчатые цилиндрические колёса. Червячные колёса. Червячные валы.	1
06	2	Разработка сопряжения червячного зацепления.	1
07	2	Разработка конструкции модели винтовой пары	1
08	2	Разработка модели шарнирно-рычажного механизма.	1
09	3	Общие требования к выполнению электронных моделей изделий. Состав электронной модели изделия.	2
10	3	Создание расчетной геометрии для САЕ. Интеграция 3D модели в САЕ систему. Ввод констант, переменных и функций. Выбор и задание условий для сетки конечных элементов.	2
11	3	Деформируемая и перемещаемая геометрия. Задание начальных и граничных	2

		условий. Выбор решателей.	
12	3	Подвижные и деформируемые сетки конечных элементов.	2
13	3	Визуализация результатов расчета. Решение стационарных и динамических задач.	2
14	3	Инженерный анализ напряженнодеформированного состояния деталей и конструкций в САЕ. Расчет собственных частот колебаний.	2
15	3	Инженерный анализ тепловых полей и явлений фазового перехода в САЕ.	2
16	3	Основы мультифизического моделирования в САЕ системах. Параметрический анализ и оптимизация деталей и узлов.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	Алямовский, А. А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации / А. А. Алямовский. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — ISBN 978-5-97060-140-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69953 (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	6,5
Закрепление навыков, полученных на практических занятиях	Алямовский, А. А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации / А. А. Алямовский. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — ISBN 978-5-97060-140-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69953 (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	8	45

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	---------------

							ПА
1	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-1	1	10	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке моделей сборочной единицы по чертежам деталей базовой сложности. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей. Отлично: Оценка 10 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием. Хорошо: Оценка 8 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Удовлетворительно: Оценка 5 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Неудовлетворительно: Оценка 0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-2	1	10	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке модели червячного зацепления по заданным чертежам деталей. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь	экзамен

						соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей. Отлично: Оценка 10 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием. Хорошо: Оценка 8 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Удовлетворительно: Оценка 5 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Неудовлетворительно: Оценка 0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно.	
3	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-3	1	10	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся задание по разработке модели винтовой передачи с использованием модели винта. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Необходимо сделать 3D модели представленных деталей. Готовые 3д модели должны иметь соответствующие размеры, у моделей должен быть заданы название детали, материал и проработан цвет, отличный от базового. Необходимо сделать сборку 3д модели изделия. Готовая 3д модель должна иметь соответствующие размеры, у модели должны быть заданы название изделия, материал и проработаны цвета деталей. Отлично: Оценка 10 баллов: Задание выполнено полностью, студент при выполнении продемонстрировал самостоятельность. Параметры изделия выдержаны в соответствии с заданием. Хорошо: Оценка 8 баллов: Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Удовлетворительно: Оценка 5 баллов: Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от	экзамен

						преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Неудовлетворительно: Оценка 0 баллов: Задание не выполнено либо выполнено самостоятельно.	
4	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое мероприятие КТ-4	1	10	Отлично: 10 баллов. Работа выполнена в соответствии с заданием, изделие технологично, компьютерную модель можно использовать в качестве исходных данных. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент активно консультировался с преподавателем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило равномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Хорошо: 8 баллов. Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Содержательная часть полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Удовлетворительно: 5 баллов. Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Содержательная часть не полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена частично. При выполнении работы студент неактивно консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена с незначительным отставанием от установленного срока. Неудовлетворительно: 0 баллов. Задание не выполнено либо выполнено самостоятельно. Поставленная задача не решена или решена полностью неверно.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое	1	10	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся	экзамен

			мероприятие КТ-5			задание подготовке геометрии модели к исследованию. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Отлично: 10 баллов. Работа выполнена в соответствии с заданием, изделие технологично, компьютерную модель можно использовать в качестве исходных данных. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент активно консультировался с преподавателем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило равномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Хорошо: 8 баллов. Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Содержательная часть полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Удовлетворительно: 5 баллов. Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Содержательная часть не полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена частично. При выполнении работы студент неактивно консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена с незначительным отставанием от установленного срока. Неудовлетворительно: 0 баллов. Задание не выполнено либо выполнено несамостоятельно. Поставленная задача не решена или решена полностью неверно.	
6	8	Текущий контроль	Контрольно-рейтинговое	1	10	В рамках контрольно-рейтингового мероприятия студентам выдаётся	экзамен

			мероприятие КТ-6			задание по исследованию конструкции рабочего органа механизма. Студенты выполняют данное задание с использованием навыков, полученных ранее на практическом занятии. Отлично: 10 баллов. Работа выполнена в соответствии с заданием, изделие технологично, компьютерную модель можно использовать в качестве исходных данных. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент активно консультировался с преподавателем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило равномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Хорошо: 8 баллов. Задание выполнено, студент при выполнении уточнял последовательность действий у преподавателя. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Содержательная часть полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена в полном объеме. При выполнении работы студент консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена в срок. Удовлетворительно: 5 баллов. Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Содержательная часть не полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена частично. При выполнении работы студент неактивно консультировался с преподавателем, научным руководителем, сокурсниками. Решение поставленной задачи происходило неравномерно в течение всего семестра, работа выполнена с незначительным отставанием от установленного срока. Неудовлетворительно: 0 баллов. Задание не выполнено либо выполнено самостоятельно. Поставленная задача не решена или решена полностью неверно.	
7	8	Проме- жуточная	Экзамен	-	40	Экзамен проводится в виде решения и защиты экзаменационного задания. В	экзамен

		аттестация			аудитории, где проводится экзамен, должно одновременно присутствовать не более 12 студентов. Каждому студенту выдаётся билет, содержащий эскиз детали технологической машины и задание. Необходимо спроектировать деталь механизма, подготовить модель для исследования и ответить на ряд вопросов по её исследованию. Время на подготовку ответов 90 минут. При выставлении итоговой оценки за курс учитывается качественный результат работы на экзамене и оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия в семестре в виде рейтинга обучающегося по дисциплине (Приказ №179 от 24.05.19). Рейтинг обучающегося по дисциплине: $R_d = R_{тек} + R_{па}$, где $R_{тек}$ - суммарный рейтинг за текущие контрольно-рейтинговые мероприятия по курсу, $R_{па}$ - результат промежуточной аттестации в виде экзаменационного задания. При величине рейтинга R_d более или равно 85 баллов студенту выставляется оценка "отлично" по итогам освоения курса, при величине более или равно 75 но менее 85 баллов - оценка "хорошо", при рейтинге от более или равно 60, но менее 75 - оценка "удовлетворительно", при рейтинге менее 60 баллов - оценка "неудовлетворительно". Отлично: Оценка за экзаменационное задание 40 баллов. Выполненная работа полностью отвечает заданию. Работа выполнена в соответствии с заданием, модель технологична, компьютерную модель можно использовать в качестве исходных данных. Поставленная задача решена в полном объеме. Студент глубоко изучил учебный материал; последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; приводит аргументированные примеры. Хорошо: Оценка за экзаменационное задание 30 баллов. Выполненная работа в целом соответствует заданию. Параметры изделия выдержаны с небольшими отклонениями от задания. Студент твердо знает учебный материал; отвечает без наводящих вопросов и не допускает при ответе серьезных ошибок; умеет применять полученные знания на практике; показывает систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному	
--	--	------------	--	--	---	--

					пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Удовлетворительно: Оценка за экзаменационное задание 20 баллов. Выполненная работа в основном отвечает заданию, но не работоспособна в части режимов. Задание в общем выполнено, студенту при выполнении потребовалась помощь в корректировке действий от преподавателя. Параметры изделия не соответствуют заданию. Содержательная часть не полностью соответствует поставленной задаче. Поставленная задача решена частично. Студент знает лишь основной материал; на заданные вопросы отвечает недостаточно четко и полно, что требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя. Оценка выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на большинство вопросов, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Неудовлетворительно: Оценка за экзаменационное задание 0 баллов. Выполненная работа не отвечает заданию или не работоспособна. Студент не имеет или имеет отдельные представления об изученном материале; не может полно и правильно ответить на поставленные вопросы, при ответах допускает грубые ошибки.	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в виде решения и защиты экзаменационного задания. В аудитории, где проводится экзамен, должно одновременно присутствовать не более 12 студентов. Каждому студенту выдаётся билет, содержащий эскиз детали технологической машины и задание. Необходимо спроектировать деталь механизма, подготовить модель для исследования и ответить на ряд вопросов по её исследованию. Время на подготовку ответов 90 минут. При выставлении итоговой оценки за курс учитывается качественный результат работы на экзамене и оценки за контрольно-рейтинговые мероприятия в семестре в виде рейтинга обучающегося по дисциплине (Приказ №179 от 24.05.19). Рейтинг обучающегося по дисциплине: $R_d = R_{тек} + R_{па}$, где $R_{тек}$ - суммарный рейтинг за текущие контрольно-рейтинговые мероприятия по курсу, $R_{па}$ - результат промежуточной аттестации в виде	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	экзаменационного задания. При величине рейтинга Rd более или равно 85 баллов студенту выставляется оценка "отлично" по итогам освоения курса, при величине более или равно 75 но менее 85 баллов - оценка "хорошо", при рейтинге от более или равно 60, но менее 75 - оценка "удовлетворительно", при рейтинге менее 60 баллов - оценка "неудовлетворительно".	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-7	Знает: стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования и систем инженерного анализа	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Умеет: моделировать технические объекты с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить анализ по заданным методикам с обработкой результатов исследований	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Имеет практический опыт: исследования технических объектов на прочность изменение формы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и расчётов	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ли, К. Основы САПР: CAD/CAM/CAE К. Ли. - СПб. и др.: Питер, 2004. - 559 с.
2. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация О. Зенкевич, К. Морган; Пер. с англ. Б. И. Квасова; Под ред. Н. С. Бахвалова. - М.: Мир, 1986. - 318 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении Текст Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. САПР и графика ,ежемес. журн. ,ООО "КомпьютерПресс", М. ,1997-
2. Computer Design ,науч.-техн. журн. Littleton, MA ,Penn Well ,1993-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Системы инженерного анализа технологических машин: методические указания к освоению дисциплины / О.О.Сиверин. - Челябинск, 2018

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Алямовский, А. А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации / А. А. Алямовский. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — ISBN 978-5-97060-140-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/69953 (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Алямовский, А. А. SOLIDWORKS Simulation и FloEFD. Практика, методология, идеология / А. А. Алямовский. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 658 с. — ISBN 978-5-97060-646-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/131715 (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Платонова, О. В. Компьютерное твердотельное параметрически - управляемое моделирование в САПР SolidWorks. Базовый курс : учебное пособие / О. В. Платонова, Р. В. Руденский, Е. С. Новиков. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/163913 (дата обращения: 02.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Контроль самостоятельной работы	339 (Л.к.)	Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).
Лекции	338 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).
Практические занятия и семинары	339 (Л.к.)	Мультимедийный монитор, персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (SolidWorks Education Edition, Dassault Systèmes, США, КОМПАС-3D, ЗАО «АСКОН», Россия).