

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н.Здрок

2020г.

Регистрационный № УД-8553уч.

Основы LS-DYNA

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 02-2013 от 30.08.2013г. и учебного плана № G31-136/уч. от 30.05.2013г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Пронкевич Сергей Александрович – доцент кафедры био- и наномеханики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико – математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ: Вихренко Вячеслав Степанович - доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры механики и конструирования Белорусского государственного технологического университета.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой био- и наномеханики
(протокол № 13 от 16.06.2020)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 17.06.2020)

Зав.кафедрой _____



Михасев Г.И.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – дать практические навыки решения задач механики сплошной среды с использованием системы конечно-элементного моделирования LS-DYNA.

Задачи учебной дисциплины:

1. Развитие профессиональных знаний и опыта в области механики сплошной среды.
2. Формирование способности в самостоятельной практической деятельности; приобретения навыков создания математических моделей для решения задач механики. Умения находить и обосновывать оптимальные пути и методы решений поставленных задач.
3. Знакомство студентов с современными методиками решения задач механики сплошной среды.
4. Обучение применению систем компьютерного моделирования LS-DYNA для решения задач механики.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием .

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Использование новых современных программных систем и пакетов позволяют, не углубляясь в знание частных вопросов уравнений математической физики, непосредственно на цели исследования, ускорить процесс получения решения типовых задач. Однако, это требует усвоения индивидуальной для вычислительных систем логики создания областей исследования, определения краевых условий, решения и просмотра результатов.

Связи с другими учебными дисциплинами:

Программа дисциплины «Основы LS-DYNA» составлена с учетом межпредметных связей программ по смежным дисциплинам. Ее изучение базируется на знаниях из университетских курсов «Компьютерная механика» и «Уравнения математической физики».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Основы LS-DYNA» по специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно,

- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-5. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области механики и прикладной математики.

ПК-6. Использовать и развивать современные информационные технологии и средства автоматизации управленческой деятельности.

ПК-7. Проводить исследования в области эффективности решения производственных задач.

ПК-8. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой, разрабатывать и использовать современное учебно-методическое обеспечение.

ПК-15. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-18. Готовить доклады, материалы к презентациям.

ПК-19. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-20. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

ПК-24. Работать с научной, технической и патентной литературой.

ПК-27. Разрабатывать новые информационные технологии на основе проектирования механических схем и систем, приводимым к математическим моделям и их оптимизациям.

ПК-28. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основы работы в системе конечно-элементного моделирования LS-DYNA.

уметь: создавать математическую модель объекта исследования, проводить анализ полученных результатов.

владеть: программным обеспечением для создания расчетных моделей и анализа результатов ANSYS WORKBENCH и LS-PREPOST.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 7 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы LS-DYNA» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 136 часов, в том числе 72 аудиторных часов, из них: лекции – 10 часов, лабораторные занятия – 54 часа, управляемая самостоятельная работа – 8 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 ANSYS/LS-DYNA. Общая характеристика интерфейса и средств создания математической расчетной модели.

1.1. Общая характеристика системы LS-DYNA. Примеры создания расчетных моделей средствами ANSYS WORKBENCH.

1.2. Основы работы в пре-постпроцессоре LS-PREPOST

Тема 2. Прочностные расчеты в системе LS-DYNA.

2.1. Статические и динамические прочностные расчеты.

2.2. Моделирование механики деформирования и разрушения тел. Особенности моделирования контактных задач.

2.3. Использование различных моделей материалов при решении задач механики сплошной среды. Решение задач усталостной долговечности.

Тема 3. Термопрочностные расчеты в системе LS-DYNA.

3.1. Использование LS-DYNA для решения температурных задач.

3.2. Стационарная и нестационарная задача теплопроводности. Моделирование термопрочностных задач.

Тема 4. Вычислительная гидро-газодинамика ICFD.

4.1. Использование LS-DYNA для моделирования течения жидкостей и газов, межфазных взаимодействий и теплообменом методами вычислительной гидро-газодинамики.

4.2. Моделирование взаимодействия жидкости/газа с твердым телом.

4.3. Моделирование взрыва и воздействия на конструкции.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов VCP	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ANSYS/LS-DYNA. Общая характеристика интерфейса и средств создания математической расчетной модели.	2			4			
1.1.	Общая характеристика системы LS-DYNA. Примеры создания расчетных моделей средствами ANSYS WORKBENCH.	1			2			Индивидуальные задания
1.2.	Основы работы в препроцессоре LS-PREPOST	1			2			Отчет по лабораторной работе
2	Прочностные расчеты в системе LS-DYNA.	4			26		4	
2.1.	Статические и динамические прочностные расчеты.	2			8			Индивидуальные

											задания
2.2.	Моделирование механики деформирования и разрушения тел. Особенности моделирования контактных задач.	2						8			Отчет по лабораторной работе
2.3.	Использование различных моделей материалов при решении задач механики сплошной среды. Решение задач усталостной долговечности.							10		4	Контрольная работа
3	Термопрочностные расчеты в системе LS-DYNA.	2						12		2	
3.1.	Использование LS-DYNA для решения температурных задач.	1						6			Отчет по лабораторной работе
3.2.	Стационарная и нестационарная задача теплопроводности. Моделирование термопрочностных задач.	1						6		2	Контрольная работа
4	Вычислительная гидрогазодинамика ICFD.	2						12		2	
4.1.	Использование LS-DYNA для моделирования течения жидкостей и газов, межфазных взаимодействий и теплообменом	2						6			Индивидуальные задания

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. LS-DYNA KEYWORD USER'S MANUALS. LIVERMORE SOFTWARE TECHNOLOGY CORPORATION (LSTC), 2018
2. Ryan Lee. LS-DYNA for Engineers: A Practical Tutorial Book (FE analysis for Engineers). Independently published, 2019, 295 p
3. Касим Шах. LS-DYNA для начинающих: Понимание Ls-Prepost и Ls-Dyna. Palmarium Academic Publishing 2019, 160 с.
4. www.dynaexamples.com
5. www.dynasupport.com

Перечень дополнительной литературы

6. Qasim Shah, Hasan Abid. LS-DYNA for Beginners: An insight into Ls-Prepost and Ls-Dyna. LAP LAMBERT Academic Publishing, 152 p
7. Qasim H. Shah, Hasan M. Abid. FROM LS-PREPOST TO LS-DYNA: AN INTRODUCTION: LS-Dyna for Beginners with 13 step by step solved examples. LAP LAMBERT Academic Publishing, 132 p
8. Lucas G Horta. A Computational Approach for Probabilistic Analysis of Ls-Dyna Water Impact Simulations. Nasa Technical Reports Server, 2013, 38 p
9. Тихонов А.Н., Самарский А.А. "Уравнения математической физики". Любое издание.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Формой текущей аттестации по дисциплине «Основы LS-DYNA» учебным планом предусмотрен экзамен

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- выполнение индивидуальных заданий – 25 %;
- выполнение контрольной работы – 50%;
- выполнение лабораторных работ – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и ответа на зачете с учетом их весовых коэффициентов Вес оценки по текущей успеваемости составляет 60 %, ответ на экзамене – 40 %.

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторная № 1. Основные элементы графического интерфейса ANSYS WORKBENCH и LS-PREPOST. Основы создания расчетных моделей с использованием ANSYS WORKBENCH и LS-PREPOST.

Лабораторная № 2. Основы приложения нагрузок и граничных условий

Лабораторная № 3. Моделирование растяжения пластины. Explicit и Implicit постановка.

Лабораторная № 4. Моделирование контактного взаимодействия тел.

Лабораторная № 5. Основы использования различных моделей материалов в LS-DYNA

Лабораторная № 6. Моделирование падения твердого тела на поверхность.

Лабораторная № 7. Моделирование колебаний систем с одной и несколькими степенями свободы.

Лабораторная № 8. Моделирование растяжения пластины с использованием различных моделей материалов.

Лабораторная № 9. Моделирование болтовых соединений.

Лабораторная № 10. Моделирование обработки металлов давлением

Лабораторная № 11. Анализ форм и частот собственных колебаний пластин средствами LS-DYNA.

Лабораторная № 12. Решение стационарных и нестационарных задач теплопроводности.

Лабораторная № 13. Решение задач термоупругости.

Лабораторная № 14. Вычислительная гидро-газодинамика. Основы моделирования. Решение задач в 2D постановке.

Лабораторная № 15. Вычислительная гидро-газодинамика. Решение задач в 3D постановке.

Лабораторная № 16. Вычислительная гидро-газодинамика. Моделирование взаимодействия потока и твердого тела.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

- способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта;

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Задания самостоятельной работы по учебной дисциплине «Основы LS-DYNA» состоят из 2-х модулей и предназначены для самостоятельного изучения двух модулей из Раздела 3 «Термопрочностные расчеты в системе LS-DYNA».

Модуль 1. «Стационарная задача теплопроводности» формирует достаточные знания для решения стационарных задач теплопроводности, основанных на решении однородного/неоднородного стационарного уравнения теплопроводности.

Модель 2. «Нестационарная задача теплопроводности». формирует достаточные знания для решения нестационарных задач теплопроводности, основанных на решении однородного/неоднородного одномерного нестационарного уравнения теплопроводности.

Для изучения обоих модулей студент должен самостоятельно изучить главу “Уравнения параболического типа” источника [9]. Студент должен сравнить распределения температуры, полученные аналитически и с использованием системы LS-DYNA.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основная структура расчетного файла LS-DYNA.
2. Типы конечных элементов, используемых в системе LS-DYNA.
3. Разница между Explicit и Implicit анализом.
4. Типы материалов, используемых в системе LS-DYNA.
5. Особенности приложения граничных условий.
6. Особенности приложения нагрузок в системе LS-DYNA.
7. Особенности моделирования контактного взаимодействия тел.
8. Модели материалов, используемых при проведении краш-тестов.
9. Модели материалов, используемых при решении задач теплопроводности и термоупругости.
10. Особенности моделирования задач гидро-газодинамики.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Механика сплошной среды	Био- и наномеханика	Нет	Вносить изменения в содержание программы не требуется (протокол № 13 от 16.06.2020)
Уравнения математической физики	Математической кибернетики	Нет	Вносить изменения в содержание программы не требуется (протокол № 13 от 16.06.2020)