



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института

А.С. Савинов

«02» октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ**  
**ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

22.03.02 - Metallurgy

Профиль программы  
Технология литейных процессов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

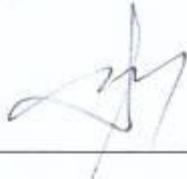
Институт/ факультет  
Кафедра  
Курс

Металлургии, машиностроения и материаловобработки  
Технологий металлургии и литейных процессов  
3

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015, № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии металлургии и литейных процессов 04.09.2018 г., протокол № 1.

Зав.кафедрой  /К.Н. Вдовин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии машиностроения и материалообработки 02.10.2018 г., протокол № 2.

Председатель  /А.С. Савинов/

Рабочая программа составлена:

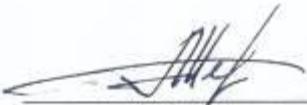
Доцент, канд. техн. наук, доцент каф. ТМ и ЛП  /Е.В. Синицкий/

Рецензент:

Зав. каф ПЭиБЖД

ФГБОУ ВО МГТУ, к.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

 /А.Ю.Перятинский/  
*(подпись)* *(П.О. Фамилия)*

### Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	06.09.2019, протокол № 1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	
4	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	01.09.2020, протокол № 1	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» являются:

- ознакомление студентов с принципами использования компьютерных программ для твердотельного проектирования при моделировании технологий литейного производства»;
- получение студентами первичных навыков создания трехмерных моделей для моделирования технологий литейного производства.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» (Б1.В.ДВ.04.02) относится к вариативной части, дисциплинам по выбору образовательной программы по направлению подготовки 22.03.02 - Metallургия, профиля «Технология литейных процессов».

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения следующих дисциплин: математика, физика, начертательная геометрия и инженерная графика. Из курсов математики и физики обучающийся должен обладать навыками проведения расчётов, уметь использовать математические функции и уравнения для поиска решения поставленных задач. Из курса начертательной геометрии и инженерной графики обучающийся должен знать единую систему конструкторской документации и уметь создавать чертежи литых изделий, а также сборочные чертежи

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплины технология литейного производства, а также итоговой государственной аттестации и защите выпускной квалификационной работы.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-3: готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>– основные определения и понятия физико-математический аппарата для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li><li>– основные методы исследований, используемых в в ходе профессиональной деятельности;</li><li>– определения и понятий в ходе профессиональной деятельности, называет их структурные характеристики;</li><li>– основные нормы и правила в ходе профессиональной деятельности;</li><li>– определения процессов в ходе профессиональной деятельности</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>– обсуждать способы эффективного решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li><li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li><li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели профессиональных задач;</li><li>– применять знания в профессиональной деятельности; использовать их</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	на междисциплинарном уровне; <ul style="list-style-type: none"> <li>– приобретать знания в области ходе профессиональной деятельности;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать ситуацию в предметной области знания;</li> <li>– методами в предметной области знания;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– основными методами исследования в предметной области знания, практическими умениями и навыками их использования;</li> <li>– основными методами решения задач в предметной области знания;</li> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>
<b>ПК-5: способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия методов моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в профессиональной деятельности ;</li> <li>– определения и понятия в профессиональной деятельности, называет их структурные характеристики;</li> <li>– определения процессов профессиональной деятельности;</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять методы моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– обсуждать способы эффективного решения процессов профессиональной деятельности;</li> <li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели задач;</li> <li>– применять знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области профессиональной деятельности;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов физико-математического аппарата на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать ситуацию в области профессиональной деятельности;</li> <li>– методами моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– основными методами решения задач в области профессиональной деятельности;</li> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 6,1 академических часов:
  - аудиторная – 6 академических часов;
  - внеаудиторная – 0,1 академических часов
- самостоятельная работа – 98 академических часов;
- подготовка к зачету – 3,9 академических часов.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение: обзор программ трёхмерного твердотельного моделирования	3	-	-	-	8	- Изучение принципов работы в PowerShape;	Самоконтроль	ПК-3 (З); ПК-5 (З)
2. Принципы построения трёхмерных моделей в PowerShape	3	-	-	2/1И	8	- Изучение принципов работы в PowerShape; - самостоятельное изучение видеоматериалов разработчиков ПО PowerShape; - самостоятельное выполнение индивидуального задания;	Проверка индивидуального задания	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
3. Методика создания трехмерных литейных моделей в PowerShape по технологическому чертежу отливки	3	-	-	1	8	- Изучение принципов создания трехмерных моделей в ПО PowerShape	Самоконтроль	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
4. Создание трёхмерной модели песчаной литейной формы в PowerShape	3	-	-	1/1И	8	- Изучение принципов создания трехмерных моделей в	Индивидуальная работа со студентом в ПО Pow-	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						ПО PowerShape; - Подготовка к индивидуальной работе в ПО PowerShape	erShape	
5. Методика создания трёхмерной модели пресс-формы в PowerShape	3	-	-	-	17	- Изучение принципов создания трёхмерных моделей в ПО PowerShape; - Выполнение индивидуального задания	Проверка индивидуального задания в ПО PowerShape	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
6. Создание чертежа литейной формы в PowerShape	3	-	-	1/1И	17	- Нарботка навыков создания чертежа из трёхмерной модели	Проверка индивидуального задания в ПО PowerShape	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
7. Создание трёхмерных моделей элементов литейного оборудования в ПО PowerShape	3	-	-	-	17	- Изучение принципов работы и функциональных возможностей в ПО PowerShape	Индивидуальная работа со студентом в ПО PowerShape	ПК-3 (ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
8. Комплексная работа с трёхмерными моделями в PowerShape	3	-	-	1/1И	15	- Выполнение индивидуального задания. Подготовка к сдаче зачета	Самоконтроль, Защита индивидуального задания	ПК-3(ЗУВ); ПК-5 (ЗУВ)
ИТОГО по курсу		-	-	<b>6/4И</b>	<b>98</b>		<b>ЗАЧЁТ</b>	
ИТОГО по дисциплине		-	-	<b>6/4И</b>	<b>98</b>		<b>ЗАЧЁТ</b>	

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Для изучения дисциплины «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» предусмотрены практические занятия в компьютерном классе. В рамках интерактивного обучения применяется IT-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине, в том числе и ЭОР кафедры); метод обучения в сотрудничестве – прохождение всех этапов и методов работы с ЭВМ; проблемное обучение; индивидуальное обучение.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

**Используются следующие виды и формы занятий с использованием традиционных и инновационных технологий:**

**Практическое занятие**, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

**Практическое занятие в форме практикума** – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

**Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

**Технологии проектного обучения** – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлекссию.

**Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде освоения учебно-методических материалов, просмотра видеоматериалов разработчиков ПО, выполнения и оформления в ходе практических работ индивидуального задания и подготовки к их защите, подготовке к сдаче зачёта.

### **Примерный перечень вопросов для проведения самоконтроля:**

1. Программный комплекс САД систем PowerShape.
2. Понятие о 3D моделях и 2D чертежах.
3. Создание 3-х мерной модели отливки методом «выдавливания».
4. Создание 3-х мерной модели отливки методом «методом вращения».
5. Создание 3-х мерной модели отливки методом «по сечениям».
6. Создание 3-х мерной модели отливки методом «кинематической операции».
7. Создание сборки из 3-х мерных моделей отливки и элементов литниковых систем.
8. Создание конструкторской документации.
9. Создание трёхмерной модели оболочковой литейной формы.
10. Основные способы построения трёхмерной модели в ПО PowerShape.
11. Создание трёхмерной модели песчаной формы.
12. Создание трёхмерной модели пресс-формы в ПО PowerShape.
13. Создание трёхмерных моделей элементов литейного оборудования в PowerShape.
14. Создание трёхмерной сборки в ПО PowerShape.

### **Индивидуальное задание для обучающихся на тему: «Разработка 3D моделей элементов литейного оборудования и литейных форм для дальнейшего моделирования технологий литейного производства»**

Для выполнения индивидуального задания обучающийся получает чертеж литейной установки (например: пресс-формы). Выданное задание применяется для последовательно выполнения работы по индивидуальным заданиям 1, 2 и 3.

#### **Задание**

В соответствии с чертежом провести анализ возможных методов выполнения 3D модели элемента оборудования, выявить наиболее эффективные методы его проектирования (рис. 1).

Для выполнения **индивидуального задания № 1 «Создание трехмерных моделей в ПО PowerShape»** необходимо:

- С применением САД программы подготовить 3D модели сборочных единиц.
- Оценить возможность применения встроенных в ПО средств проектирования пресс-форм.

Для выполнения **индивидуального задания № 2 «Создание трёхмерной модели пресс-формы»** необходимо:

- С применением САД создать модели:
  - подвижная плита левая;
  - неподвижная плита правая;
  - левая полупрессорма;
  - правая полупрессформа;
  - вкладыш;
  - направляющие;

- венты и плунжеры;
- постоянные и подвижные стержни.
- В режиме работы САД «Сборка» провести сборку литейной прессформы из полученных ранее моделей.

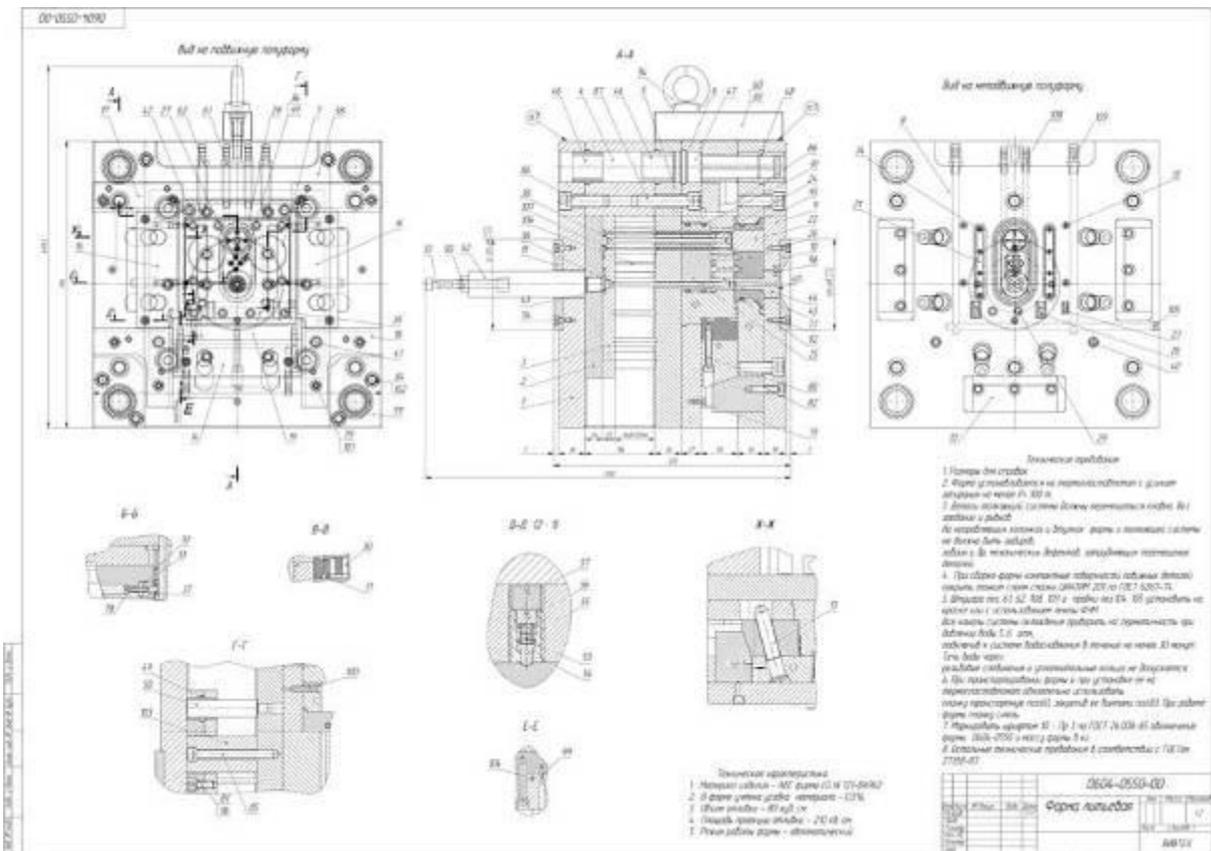


Рис. 1 – Пример задания, чертеж «Пресс-форма»

Для выполнения **индивидуального задания № 3 «Создание чертежа по трёхмерной модели в ПО PowerShape»** необходимо:

- Развернуть полученные при выполнении индивидуальных работ 1 и 2 3D сборки или модели с формированием 2D чертежей (фрагментов).

По итогам выполнения **Индивидуальных работ 1, 2 и 3** подготовить отчет с описанием программных продуктов и последовательности операций, иллюстративный материал получить через вставку скриншотов операций в САД программах и приложить к нему файлы 3D моделей и сборок.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-3: готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия физико-математического аппарата для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в ходе профессиональной деятельности;</li> <li>– определения и понятий в ходе профессиональной деятельности, называет их структурные характеристики;</li> <li>– основные нормы и правила в ходе профессиональной деятельности;</li> <li>– определения процессов в ходе профессиональной деятельности</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программный комплекс САД систем PowerShape.</li> <li>2. Понятие о 3D моделях и 2D чертежах.</li> <li>3. Создание 3-х мерной модели отливки методом «выдавливания».</li> <li>4. Создание 3-х мерной модели отливки методом «методом вращения».</li> <li>5. Создание 3-х мерной модели отливки методом «по сечениям».</li> <li>6. Создание 3-х мерной модели отливки методом «кинематической операции».</li> <li>7. Создание сборки из 3-х мерных моделей отливки и элементов литниковых систем.</li> <li>8. Создание конструкторской документации.</li> <li>9. Создание трёхмерной модели оболочковой литейной формы.</li> <li>10. Основные способы построения трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> <li>11. Создание трёхмерной модели песчаной формы.</li> <li>12. Создание трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> <li>13. Обработка поверхностей в ПО PowerShape.</li> <li>14. Совместная обработка моделей в ПО PowerShape.</li> <li>15. Создание трёхмерной сборки в ПО PowerShape.</li> </ol>
Уметь	– обсуждать способы эффективного решения задач,	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>возникающих в ходе профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели профессиональных задач;</li> <li>– применять знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области ходе профессиональной деятельности;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень практических заданий:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Создание трехмерных моделей в ПО PowerShape в соответствии с чертежом задания.</li> <li>– Создание трёхмерной модели пресс-формы в режиме сборки.</li> <li>– Получение 2D чертежа по трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> </ul> <p>Чертеж соответствующей отливки/пресс-формы выдает преподаватель.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать ситуацию в предметной области знания;</li> <li>– методами в предметной области знания;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– основными методами исследования в предметной области знания, практическими умениями и навыками их использования;</li> <li>– основными методами решения задач в предметной области знания;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень практических заданий:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Создание трехмерных моделей в ПО PowerShape в соответствии с чертежом задания.</li> <li>– Создание трёхмерной модели пресс-формы в режиме сборки.</li> <li>– Получение 2D чертежа по трёхмерной модели в ПО PowerShape</li> </ul> <p>Чертеж соответствующей отливки/пресс-формы выдает преподаватель.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>	
<b>ПК-5: способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия методов моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в профессиональной деятельности ;</li> <li>– определения и понятия в профессиональной деятельности, называет их структурные характеристики; определения процессов профессиональной деятельности;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программный комплекс САД систем PowerShape.</li> <li>2. Понятие о 3D моделях и 2D чертежах.</li> <li>3. Создание 3-х мерной модели отливки методом «выдавливания».</li> <li>4. Создание 3-х мерной модели отливки методом «методом вращения».</li> <li>5. Создание 3-х мерной модели отливки методом «по сечениям».</li> <li>6. Создание 3-х мерной модели отливки методом «кинематической операции».</li> <li>7. Создание сборки из 3-х мерных моделей отливки и элементов литниковых систем.</li> <li>8. Создание конструкторской документации.</li> <li>9. Создание трёхмерной модели оболочковой литейной формы.</li> <li>10. Основные способы построения трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> <li>11. Создание трёхмерной модели песчаной формы.</li> <li>12. Создание трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> <li>13. Обработка поверхностей в ПО PowerShape.</li> <li>14. Совместная обработка моделей в ПО PowerShape.</li> <li>15. Создание трёхмерной сборки в ПО PowerShape.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выделять методы моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– обсуждать способы эффективного решения процессов профессиональной деятельности;</li> <li>– распознавать эффективное решение от неэффективного;</li> <li>– объяснять (выявлять и строить) типичные модели задач;</li> <li>– применять знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне;</li> <li>– приобретать знания в области профессиональной деятельности;</li> <li>– корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень практических заданий:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Созданию трехмерных моделей в ПО PowerShape в соответствии с чертежом задания.</li> <li>– Созданию трёхмерной модели пресс-формы в режиме сборки.</li> <li>– Получению 2D чертежа по трёхмерной модели в ПО PowerShape.</li> </ul> <p>Чертеж соответствующей отливки/пресс-формы выдает преподаватель.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками использования элементов физико-математического аппарата на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике;</li> <li>– способами демонстрации умения анализировать ситуацию в области профессиональной деятельности;</li> <li>– методами моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> <li>– навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</li> <li>– способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</li> <li>– возможностью междисциплинарного применения моделирования физических, химических и технологических процессов;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень практических заданий:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Созданию трехмерных моделей в ПО PowerShape в соответствии с чертежом задания.</li> <li>– Созданию трёхмерной модели пресс-формы в режиме сборки.</li> <li>– Получению 2D чертежа по трёхмерной модели в ПО Power Shape.</li> </ul> <p>Чертеж соответствующей отливки/пресс-формы выдает преподаватель.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основными методами решения задач в области в области профессиональной деятельности;</li> <li>– профессиональным языком предметной области знания;</li> <li>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</li> </ul>	

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Твердотельное моделирование технологий литейного производства» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и в форме выполнения и защиты индивидуальной работы.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме с применением средств вычислительной техники для демонстрации навыков практической работы.

### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

– на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий или средний уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «не зачтено» – обучающийся демонстрирует знания не более 30% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) основная литература:**

1. Инженерная графика : учебник / Н.П. Сорокин, Е.Д. Ольшевский, А.Н. Заикина, Е.И. Шибанова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-0525-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/74681> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1629-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50682> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) дополнительная литература:**

1. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1140-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71767> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Инженерная графика. Общий курс : учебник / [В. Г. Буров, Н. Г. Иванцовская, К. А. Вольхин и др.]; под ред. В. Г. Букова и Н. Г. Иванцовской. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2004. - 230 с. : ил.

### **в) Методические указания:**

1. Методические рекомендации приведены в приложении 1.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Наименование ПО	№ Договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
PowerSHAPE 2012	К-308-12 от 19.11.2012	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»: <https://dlib.eastview.com/>

2. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ): URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp)

3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar): URL: <https://scholar.google.ru/>

4. Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам: URL: <http://window.edu.ru/>

5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»: URL: <http://www1.fips.ru/>

6. Российская Государственная библиотека. Каталоги: <https://www.rsl.ru/4readers/catalogues/>

7. Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp>

8. Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru>

9. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»: <http://webofscience.com>

10. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»: <http://scopus.com>

11. Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals: <http://link.springer.com/>

12. Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols: <http://www.springerprotocols.com/>

13. Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference: <http://www.springer.com/references>

14. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН): <https://archive.neicon.ru/xmlui/>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий практического плана	Специализированная мебель. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебная аудитория для проведения групповых и	Специализированная мебель. Мультимедийные средства хранения, передачи и пред-

<b>Тип и название аудитории</b>	<b>Оснащение аудитории</b>
индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	ставления информации. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель. Станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования. Помещение для хранения учебного оборудования

**Методические рекомендации по выполнению заданий в системе Power Shape**

Провести анализ полученного чертежа отливки – представителя. В соответствии с заданием выбрать метод построения 3D модели. Провести построение 3D модели.

В трехмерных системах используются точки с тремя координатами, что позволяет автоматически устанавливать проекционные связи. Так, в этом случае куб описывается восемью трехмерными точками XYZ, по которым находятся проекции XY, YZ и XZ. При использовании таких систем обычно начинают с построения трехмерного изображения, а двумерные виды формируются на последнем этапе, при выводе чертежей. А в некоторых случаях двумерные чертежи полностью заменяются трехмерной компьютерной моделью, по которой генерируются программы для станков с ЧПУ.

Системы трехмерного моделирования широко применяются в интегрированных САПР/АСТПП. Они часто дополняются средствами автоматического анализа физических характеристик (вычисление массы, центра масс, моментов и тензоров инерции и др.), а также модулями, обеспечивающими оценку прочности и технологичности. Использование трехмерных систем в настоящее время уже не сдерживается стоимостью программных средств и оборудования.

Основной целью 3-х мерного моделирования является создание математической модели Модель - математическое представление геометрической формы, используемой для дальнейших операций системами САПР. 3-х мерное моделирование необходимо в тех приложениях, где требуется неоднократное редактирование 3-х мерного образа на многих стадиях разработки ТП.

Методы трехмерного моделирования, используемые в САПР, делятся на три группы: каркасное, поверхностное и твердотельное (сплошное) моделирование Каркасное моделирование.

**Каркасная модель** – полностью описывается в точках и линиях. Каркасное моделирование представляет собой моделирование самого низкого уровня, и используется в основном для имитации движения инструмента при моделировании ТП, а так же для выполнения простейших расчетов связанных с размерами и формой модели. При использовании каркасных моделей в САПР необходимо учитывать следующие ограничения:

1) Неоднозначность восприятия ориентации и изображения граней каркасной модели - отсутствие возможности однозначно оценить ориентацию и видимость граней, что не позволяет различать виды сверху и снизу, а также автоматизировать удаление скрытых линий;

2) Не возможность распознавания криволинейной грани – Боковые поверхности криволинейных граней, например цилиндрических, конических и других форм реально не имеют ребер, на каркасной модели показывается изображение мнимых ребер, которые ограничивают данные поверхности;

3) приближенное представление криволинейных граней - невозможность точно описать криволинейные поверхности (цилиндры, конусы и др.), которые реально не имеют ребер; иногда для таких поверхностей вводят фиктивные ребра, располагаемые через регулярные интервалы. Невозможность определения структуры поверхности между гранями;

5) погрешности оценки физических характеристик - возможность некорректного вычисления массы, центра тяжести, момента инерции и т. д., При вычислении физических величин каркасной модели в зависимости от точности моделей погрешность может достигать 30-40%;

б) невозможность обнаружить столкновения — отсутствие информации о по-

верхностях, ограничивающих форму, не позволяет обнаружить столкновения между объектами, что важно при моделировании роботов, проектировании планов размещения оборудования и т. д.; обусловленная недостатком информации об ограничивающих поверхностях;

7) отсутствие средств «затенения» поверхностей - у модели, состоящей только из ребер, невозможно произвести закраску поверхностей различными цветами.

### **Поверхностное моделирование.**

Поверхностная модель определяется с помощью точек, линий и поверхностей. Таким образом поверхностную модель можно рассматривать как модель более высокого уровня в отличие от каркасной. И следовательно как более гибкую и многофункциональную. Преимущества поверхностного моделирования по сравнению с каркасным

- 1) способность распознавать и изображать сложные криволинейные поверхности;
- 2) способность обеспечивать тоновые изображения;
- 3) способность распознавать особое построение на поверхностях (пазы, отв-я т.д.);
- 4) возможность получения более качественного изображения при моделировании и имитации механической обработки;
- 5) обнаружение столкновений между объектами;
- 6) автоматическое удаление невидимых линий.

Типы поверхностей в поверхностном моделировании

1. Базовые поверхности – плоские поверхности которые можно получить изобразив прямую, а затем развернув её в 3-х мерном пространстве в заданном направлении на заданное расстояние;

2. поверхности вращения, могут быть получены путём вращения плоской грани вокруг определенной оси (круговая развертка);

3. поверхности пересечений и сопряжений. Задача построения пересечений поверхностей сводится к определению положения общих точек принадлежащим к данным поверхностям;

4. аналитические поверхности – поверхности описываемые единым математическим уравнением, с неизвестными координатами  $x, y, z$ ;

5. скульптурные поверхности описываемые системой математических уравнений.

### **Твердотельное моделирование**

Твердотельная модель описывается 3-хмерным объёмом который занимает моделируемое тело. Твердотельное моделирование является единственным способом полного описания 3-хмерной геометрической формы. Преимущества твердотельного моделирования в отличии от каркасных и поверхностных моделей:

1. полное описание заполненного объема и возможность разграничения внешних и внутренних областей, на основе чего автоматизируется процесс обнаружения столкновений;

2. автоматизацию процесса удаления скрытых линий;

3. автоматизацию процесса построения разрезов и сечений, что требуется при создании сборочных чертежей сложных изделий и сборок изготовленных из нескольких материалов и деталей;

4. применение современных методов анализа конструкций - точное вычисление массогабаритных характеристик, расчет прочности и деформаций методом конечных элементов и т. д.;

5. эффективное управление цветами и источником освещения, получение тоновых изображений;

б. более точное моделирование кинематики и динамики многозвенных механизмов (роботов, станков и т. д.).

Существует целый ряд способов построения твердотельных моделей. Однако в САПР наибольшее распространение получили два из них: метод конструктивного представления (C-Rep) и метод граничного представления (BRep). Рассмотрим их подробнее. Метод конструктивного представления (C-Rep) основан на создании моделей из типовых твердотельных примитивов с заданными размерами, ориентацией и точкой привязки. При определении взаимоотношений между соседними примитивами используются булевы операции: «объединение», «разность» и «пересечение». Объединение – определяет пространство внутри внешней границы составной формы полученной из двух тел с общей областью. Разность - определяет пространство ограниченное поверхностью оставшейся от одной формы и внешней границы общей области двух форм. Пересечение – определяет пространство внутри общей области объекта. Твердотельные примитивы могут выбираться из библиотеки или генерироваться путем движения произвольной поверхности вдоль некоторой кривой. В результате происходит «захват» (sweeping) части трехмерного пространства, принадлежащей примитиву. Метод граничного представления (B-Rep) также оперирует с примитивами, связанными при помощи булевых операций. При этом модель описывается совокупностью ребер и граней, определяющих граничную поверхность твердого тела. Эти данные дополняются информацией о топологии примитива и особенностях его геометрии. Метод B-Rep более удобен при модификации примитивов, но требует большего объема компьютерной памяти. Применение булевых операций в твердотельном моделировании

Использование математической теории множеств (булевых операций) в твердотельном моделировании осуществляется в следующих случаях:

1. Вычисление объемных и весовых характеристик, в данном используются булевы операции + и – ;

2. Расчет напряжений, для определения напряжений 3-х мерная модель разбивается на ряд конечных элементов и в каждом узле определяется значение внутренних напряжений;

3. Имитация операции механообработки, является одним из наиболее важных применением теории множества. Процесс удаления припуска может быть сопоставлен с булевыми операциями разности, а сварки с операциями +;

4. Обнаружение пересечения поверхностей (стандартная операция булевой теории).

Методы твердотельного моделирования, основанные на булевых операциях, особенно удобны при вычислении поверхностных и весовых характеристик тел, расчете напряжений, имитации операций механической обработки. В последнем случае операции резания металла (точение, фрезерование, сверление и т. п.) могут быть легко описаны при помощи булевой разности. Естественным приложением булевой алгебры является также анализ столкновений (коллизий), которые обнаруживаются при помощи операции пересечения.

После выполнения задания провести подготовку иллюстративного материала и отчета. К отчету приложить файлы полученных 3D моделей.