



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Направление подготовки (специальность)
15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы
Инжиниринг в металлургическом машиностроении

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2025 год

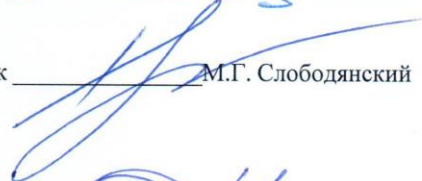
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования 27.01.2025, протокол № 3

Зав. кафедрой  А.Г. Корчунов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ 04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПиЭММиО, канд. техн. наук  М.Г. Слободянский

Рецензент:
Гл. механик ООО НПЦ "Гальва", канд. техн. наук  В.А. Русанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Проектирования и эксплуатации

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Г. Корчунов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Проектирование технологического оборудования» являются:

- формирование у студентов системы знаний по проблемам проектирования технологического оборудования;
- изучение основных методов и подходов к организации процесса проектирования оборудования;
- приобретение практических навыков проектирования промышленного оборудования;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Инжиниринг в металлургическом машиностроении».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Проектирование технологического оборудования входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Необходимы знания полученные в ходе получения квалификации "бакалавр".

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Инжиниринг металлургического оборудования

Проектные расчёты показателей надёжности деталей машин

CAE-системы в машиностроении

Реверсивный инжиниринг

Основы работы в Autodesk Fusion 360

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка и сдача государственного экзамена

Экспертиза конструкторской и технологической документации

Технологии прототипирования в металлургическом машиностроении

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Производственная - преддипломная практика

Производственная - научно-исследовательская практика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование технологического оборудования» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-4	Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин;
ОПК-4.1	Разрабатывает нормативные документы на объект проектирования
ОПК-4.2	Разрабатывает техническую и технологическую документацию на объект проектирования
ОПК-5	Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;

ОПК-5.1	Разрабатывает математическое описание процессов машиностроения на основе математических и численных методов моделирования
ОПК-9 Способен разрабатывать новое технологическое оборудование;	
ОПК-9.1	Осуществляет процесс проектирования с применением САПР
ОПК-9.2	Разрабатывает конструкторскую документацию по требованиям ЕСКД
ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности;	
ОПК-13.1	Использует современное программное обеспечение процесса проектирования технологических машин и оборудования
ОПК-13.2	Разрабатывает алгоритмы моделирования работы технологических машин и оборудования
ОПК-13.3	Разрабатывает методы определения работоспособности технологических машин и оборудования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 39,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 69,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение в дисциплину								
1.1 Основные понятия, термины и определения	1	2				Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
Итого по разделу		2						
2. 2. Этапы проектирования								
2.1 Техническое задание. Правила составления	1	2		2	10	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
2.2 Техническое предложение		2		2	10	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
2.3 Эскизный проект		4		2	10	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3

								ОПК-13.3
2.4 Технический проект	1	4		6	20	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
2.5 Подготовка рабочей документации		4		6	19,1	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
Итого по разделу		16		18	69,1			
3. Экзамен								
3.1 Экзамен	1					Самостоятельное изучение литературы	Экзамен	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3
Итого по разделу								
Итого за семестр		18		18	69,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18		18	69,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для усвоения студентами знаний по дисциплине применяются традиционная технология обучения, включающая в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, невыносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются специализированные интерактивные технологии:

- Лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.
- Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Белан, А. К. Проектирование и исследование механизмов металлургических машин : учебное пособие / А. К. Белан, Е. В. Куликова, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2072> (дата обращения: 7.06.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Белан, А. К. Проектирование привода технологических машин : учебное пособие [для вузов] / А. К. Белан, М. В. Харченко, О. А. Белан ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2361> (дата обращения: 7.06.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Андросенко, М. В. Основы управления металлургическими машинами и оборудованием : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20338> (дата обращения: 30.06.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Проектирование оборудования цехов агломерационного и доменного производства : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова, В. И. Кадошников, Е. В. Куликова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20808> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Белевский, Л. С. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие / Л. С. Белевский, В. И. Кадошников. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3885> (дата обращения: 7.06.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Киселев, Б. Р. Ленточные конвейеры обрабатывающей промышленности : учеб-ник / Б. Р. Киселев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-4419-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138165> (дата обращения: 30.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Пожидаев, Ю. А. Компьютерное моделирование и создание проектно-конструкторской документации в машиностроении средствами САПР. Инженерная и компьютерная графика в Autodesk Inventor, AutoCAD : учебное пособие. Ч. 1 / Ю. А. Пожидаев, Е. А. Свистунова, О. М. Веремей ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20788> (дата обращения: 06.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Савельева, И. А. Инженерная и компьютерная графика. Основы оформления машиностроительных чертежей на примере эскизирования с 3D модели детали : учебное пособие [для вузов] / И. А. Савельева, Е. С. Решетникова, Е. А. Свистунова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-2033-0. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2908> (дата обращения: 13.07.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
APR WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
Аскон КОМПАС в.22	ЧЦ-22-00456 от 7.12.2022	бессрочно
Аскон КОМПАС в.23	ЧЦ-23-00383 от 17.08.2023	бессрочно
APR FEM v.23 для КОМПАС-3D	ЧЦ-24-00582 от 22.11.2024	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по технической защите информации ФСТЭК России	https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Аудитории для проведения лекционных занятий:

- ауд. 1-407 (пр-кт Ленина 38);
- ауд. 1-404 (пр-кт Ленина 38).

Аудитории для проведения практических занятий:

- ауд. 1-402 (пр-кт Ленина 38);
- ауд. 1-407а (пр-кт Ленина 38);
- ауд. 1-404 (пр-кт Ленина 38).

Аудитории для самостоятельной работы:

- ауд. 1-407а (пр-кт Ленина 38).

Аудитории для промежуточной аттестации работы:

- ауд. 1-402 (пр-кт Ленина 38);
- ауд. 1-407а (пр-кт Ленина 38);
- ауд. 1-404 (пр-кт Ленина 38).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Оснащение: Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для выполнения лабораторных работ:

- Профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210.
- Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А.
- Машина Арчарда.
- Установка для проведения испытаний на изгиб.
- Установка для проведения испытаний на кручение.
- Установка для проведения испытаний по теме «Физическое моделирование».
- Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).
- Макет загрузочного устройства доменной печи.
- Макет конусной дробилки.
- Макет участка разлива чугуна.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в интернет и с доступом в электронную ин-формационную-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерный перечень вопросов к основным разделам дисциплины:

1. Понятие «Проект».
2. Жизненный цикл проекта.
3. Участники проекта.
4. Техническое задание.
5. Техническое предложение.
6. Эскизный проект.
7. САПР.
8. Организация проектной деятельности.
9. Планирование управления рисками проекта.
10. Коммуникационное планирование.
11. Патентный поиск аналогов и прототипов оборудования, выбор конструкции нового оборудования.
12. Способы создания новых проектных решений с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.
13. Основные принципы решения инженерных задач и поиск путей для выбора метода решения.
14. Составление технического задания на проектирование и изготовление оборудования.
15. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС.
16. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам.
17. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам.
18. Основные типы инженерных расчетов средствами современных систем автоматизированного проектирования.
19. Понятие о проекте и проектировании. Основные направления проектирования. Характеристика процесса проектирования. Уровни проектирования. Специализация, концентрация и кооперирование в машиностроении.
20. Проектная документация. Рабочая документация. Объем проектной документации и порядок представления ее на экспертизу.
21. Твёрдотельное моделирование. Основные инструменты. Твёрдотельного моделирования.

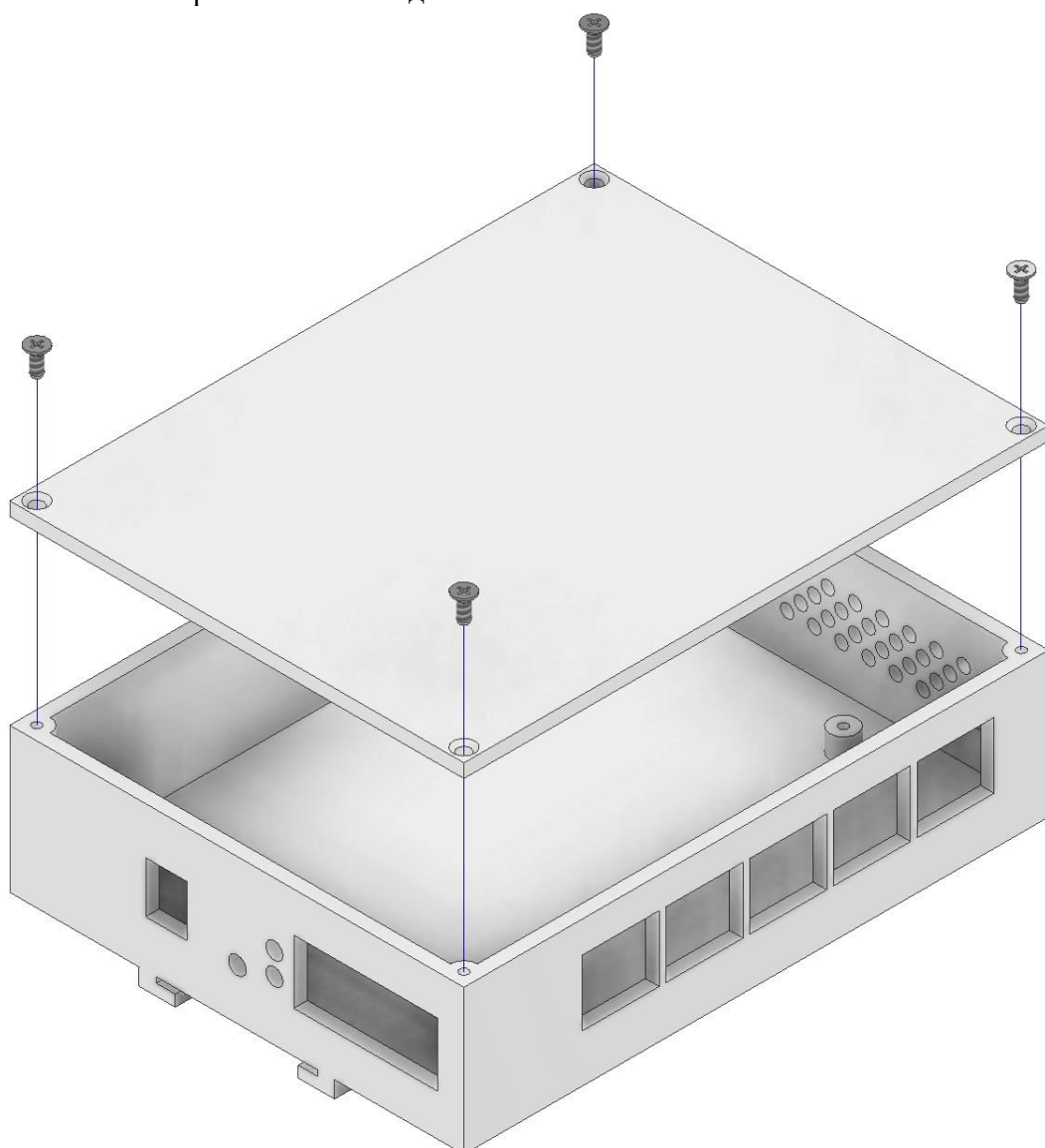
Примеры заданий для практической работы.**Пример №1.**

Разработать 3d модель корпуса платы MikroTik RB450 для изготовления её прототипа методом 3D-печати. В конструкции корпуса учесть возможность крепления с использованием DIN-рейки. Подготовить предложение по выбору принтера и режимов печати. Оформить комплект конструкторской документации.

MikroTik RB450



Пример выполнения практического задания



Пример №2.

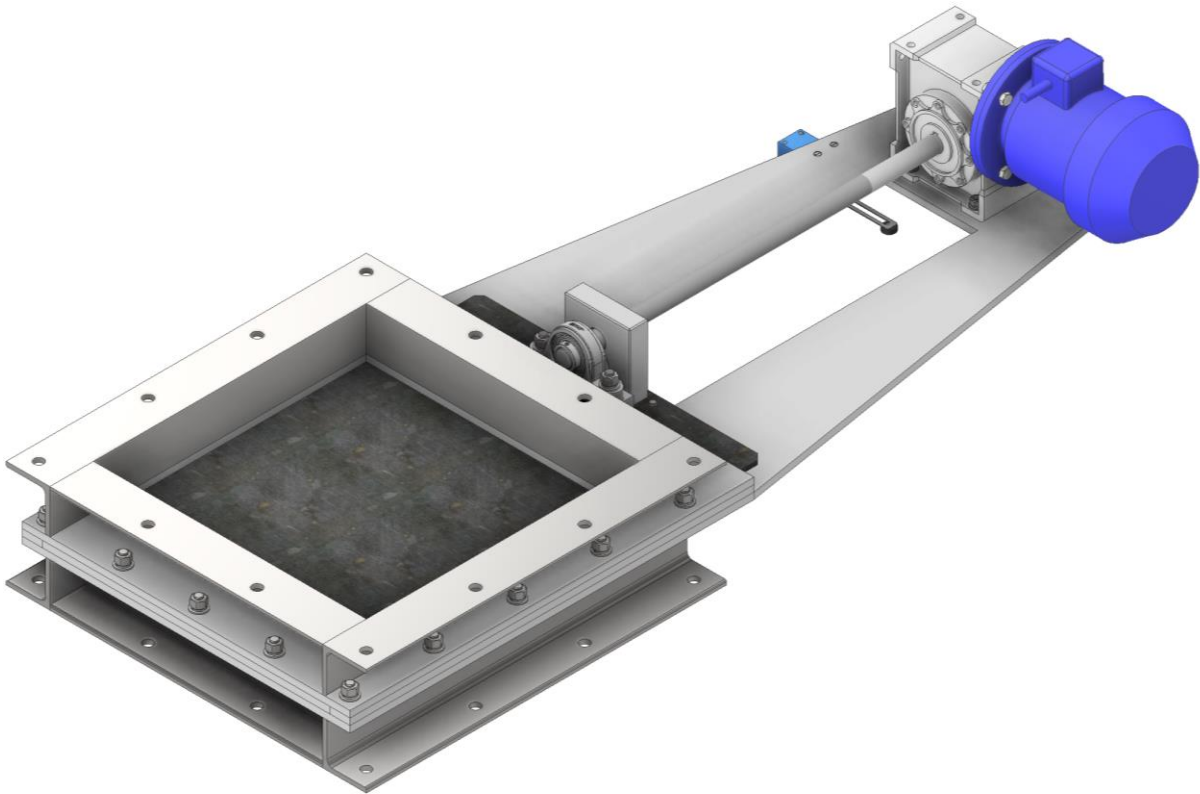
Разработать конструкцию шиберного затвора ножевого типа с электромеханическим приводом. Основные конструктивные требования представлены в таблицы согласно установленным вариантам.

Таблица

Варианты заданий для выполнения практической работы

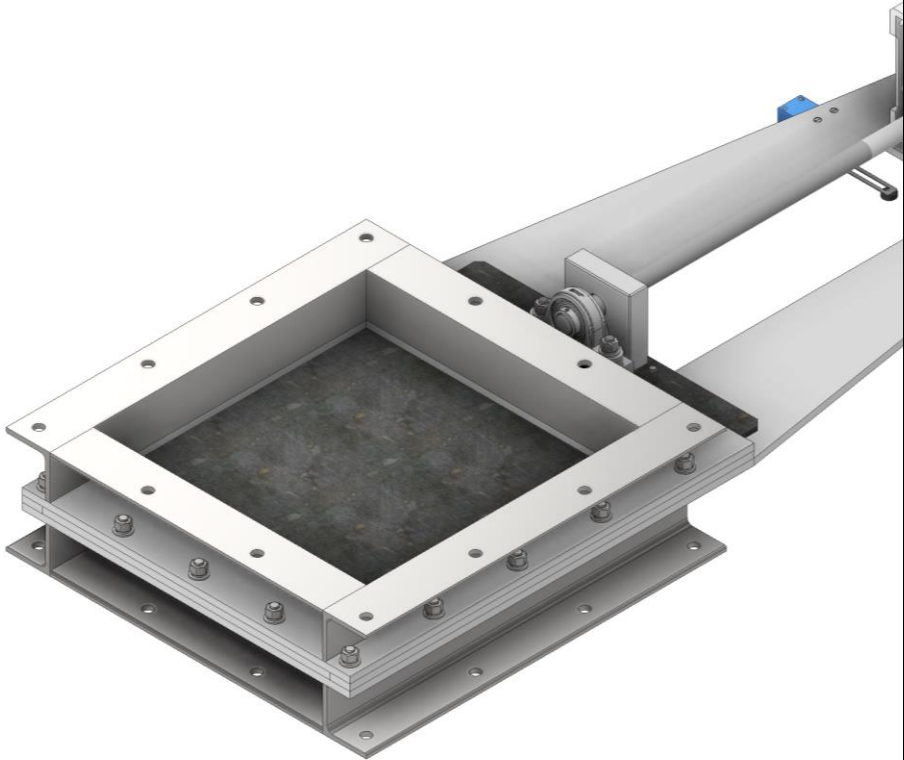
Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Значение	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Максимальный размер частиц материала	D_{max}	м	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Насыпная плотность материала	ρ_n	кг/м ³	1200	1000	800	500	1200	500	1400	1600	650	1800	1100
Высота насыпки материала в бункере	H	м	4	3.5	3	3	3	3.5	4.5	3.5	4.2	3	3.8
Время открытия затвора	t	сек	8	6	8	8	10	8	6	8	7	8	5
Угол естественного откоса материала	ϕ	град	42	40	40	40	42	40	42	40	40	40	42
Ускорение свободного падения	g	м/с ²	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Коэффициент зависания материала (0,8...0,9)	K_z		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Предел прочности на изгиб материала шибера	σ_B	МПа	380	350	350	350	300	350	300	350	350	300	300
Плотность материала шибера	ρ	Па	380000000	3.5E+08	3.5E+08	3.5E+08	3E+08	3.5E+08	3E+08	3.5E+08	3.5E+08	3E+08	3E+08
Коэффициент трения трения материала по шиберу (0,6...0,8)	f_1	кг/м ³	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Коэффициент трения трения шибера по направляющим скольжения (0,5...0,6)	f_2		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.65	0.6	0.6
Коэффициент трения трения шибера по направляющим скольжения (0,5...0,6)	f_2		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Коэффициент запаса, учитывающий возможность перекоса затвора (1,25...1,5)	$K_{\text{зап}}$		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
КПД привода	η		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Коэффициент сопротивления качению (0,003...0,004)	k		0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003
Масса роликов (принимается 0,6...0,7 от массы шибера)	m_p	кг	2.62	2.44	2.78	7.41	1.88	5.21	1.67	0.92	2.96	2.30	2.89
Коэффициент сопротивления в оси ролика (для подшипника качения принимается 0,003...0,004, для подшипника скольжения – 0,03...0,04)	$f_{\text{ос}}$		0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Диаметр цапфы ролика	d	м	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Диаметр ролика	D	м	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052

Пример выполнения практического задания

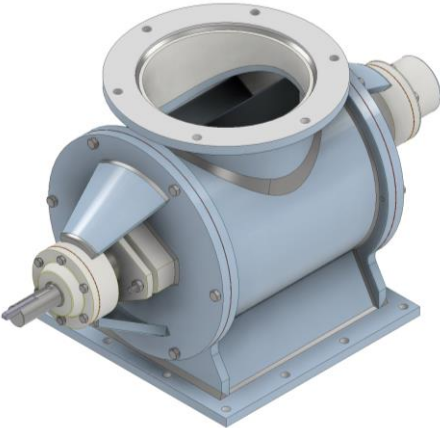
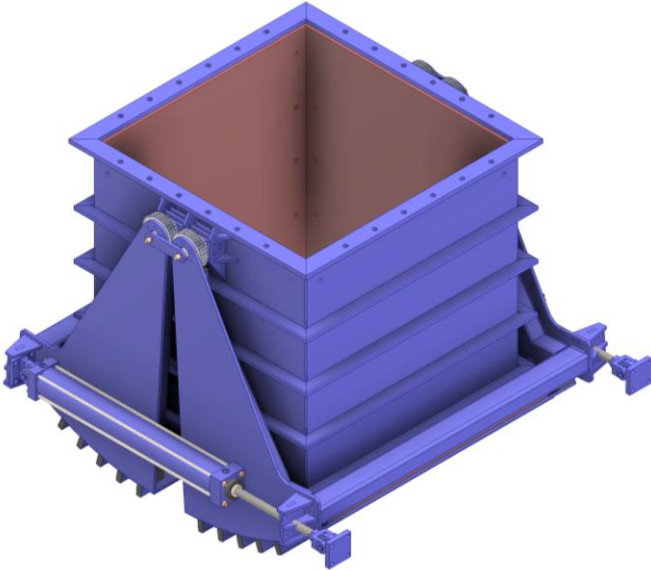


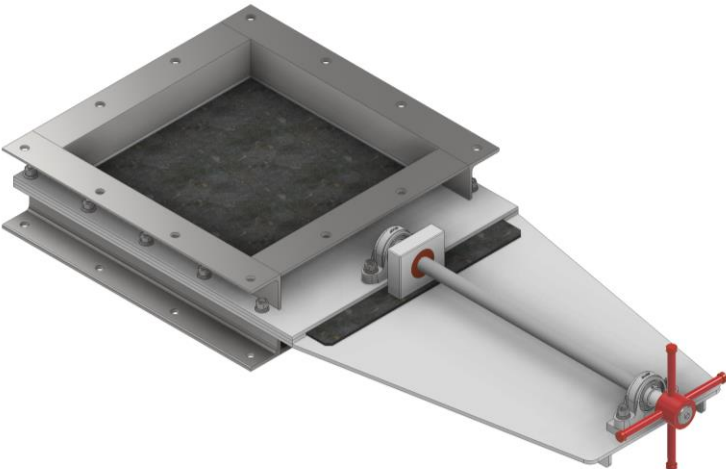
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4 Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин		
ОПК-4.1	Разрабатывает нормативные документы на объект проектирования	Перечень вопросов к основным разделам дисциплины: 22. Техническое задание. 23. Эскизный проект. 24. Техническое предложение. 25. Технический проект. 26. Понятие «Проект». 27. Жизненный цикл проекта. 28. Участники проекта. 29. Организация проектной деятельности. 30. Планирование управления рисками проекта. 31. Коммуникационное планирование. 32. Патентный поиск аналогов и прототипов оборудования, выбор конструкции нового оборудования. 33. Способы создания новых проектных решений с определением показателей технического уровня проектируемых изделий. 34. Основные принципы решения инженерных задач и поиск путей для выбора метода решения. 35. Составление технического задания на проектирование и изготовление оборудования. 36. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС. 37. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам. 38. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам. 39. Основные типы инженерных расчетов средствами современных систем автоматизированного проектирования. 40. Понятие о проекте и проектировании. Основные направления проектирования. Характеристика процесса проектирования. Уровни проектирования. Специализация, концентрация и кооперирование в машиностроении. 41. Проектная документация. Рабочая документация. Объем проектной документации и порядок представления ее на экспертизу. 42. Твердотельное моделирование. Основные инструменты. Твердотельного моделирования.
ОПК-4.2	Разрабатывает техническую и технологическую	Практическое задание Разработать конструкцию шибера затвора ножевого типа с электромеханическим приводом. Основные конструктивные требования представлены в таблице согласно установленным вариантам.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																																																																																
	кую документацию на объект проектирования	Таблица Варианты заданий для выполнения практической работы <table><tr><th>Наименование параметра</th><th>Обозначение</th><th>Единица измерения</th><th>Значение</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th></tr><tr><td>Максимальный размер частиц материала</td><td>D_{max}</td><td>м</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td><td>0.1</td></tr><tr><td>Насыпная плотность материала</td><td>ρ_n</td><td>кг/м³</td><td>1200</td><td>1000</td><td>800</td><td>500</td><td>1200</td></tr><tr><td>Высота насыпки материала в бункере</td><td>H</td><td>м</td><td>4</td><td>3.5</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>Время открывания затвора</td><td>t</td><td>сек</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>10</td></tr><tr><td>Угол естественного откоса материала</td><td>ϕ</td><td>град</td><td>42</td><td>40</td><td>40</td><td>40</td><td>42</td></tr><tr><td>Ускорение свободного падения</td><td>g</td><td>м/с²</td><td>9.8</td><td>9.8</td><td>9.8</td><td>9.8</td><td>9.8</td></tr><tr><td>Коэффициент зависания материала (0,8...0,9)</td><td>K_z</td><td></td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>0.8</td></tr><tr><td>Предел прочности на изгиб материала шибера</td><td>σ_b</td><td>МПа</td><td>380</td><td>350</td><td>350</td><td>350</td><td>300</td></tr><tr><td>Плотность материала шибера</td><td>ρ</td><td>Па</td><td>380000000</td><td>3.5E+08</td><td>3.5E+08</td><td>3.5E+08</td><td>3E+08</td></tr><tr><td>Коэффициент трения материала по шибера (0,6...0,8)</td><td>f_1</td><td>кг/м³</td><td>7800</td><td>7800</td><td>7800</td><td>7800</td><td>7800</td></tr><tr><td>Коэффициент трения шибера по направляющим скольжения (0,5...0,6)</td><td>f_2</td><td></td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.6</td><td>0.6</td></tr><tr><td>Коэффициент запаса, учитывающий возможность перекоса затвора (1,25...1,5)</td><td>$K_{за}$</td><td></td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.5</td><td>0.5</td></tr><tr><td>КПД привода</td><td>η</td><td></td><td>1.25</td><td>1.25</td><td>1.25</td><td>1.25</td><td>1.25</td></tr><tr><td>Коэффициент сопротивления качению (0,003...0,004)</td><td>k</td><td></td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td><td>0.7</td></tr><tr><td>Масса роликов (принимается 0,6...0,7 от массы шибера)</td><td>m_p</td><td>кг</td><td>0.004</td><td>0.004</td><td>0.003</td><td>0.004</td><td>0.003</td></tr><tr><td>Коэффициент сопротивления в оси ролика (для подшипника качения принимается 0,003...0,004, для подшипника скольжения – 0,03...0,04)</td><td>f_{ci}</td><td></td><td>2.62</td><td>2.44</td><td>2.78</td><td>7.41</td><td>1.88</td></tr><tr><td>Диаметр цапфы ролика</td><td>d</td><td>м</td><td>0.003</td><td>0.003</td><td>0.003</td><td>0.003</td><td>0.003</td></tr><tr><td>Диаметр ролика</td><td>D</td><td>м</td><td>0.008</td><td>0.008</td><td>0.008</td><td>0.008</td><td>0.008</td></tr><tr><td></td><td></td><td>м</td><td>0.052</td><td>0.052</td><td>0.052</td><td>0.052</td><td>0.052</td></tr></table> 	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Значение	1	2	3	4	Максимальный размер частиц материала	D_{max}	м	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	Насыпная плотность материала	ρ_n	кг/м³	1200	1000	800	500	1200	Высота насыпки материала в бункере	H	м	4	3.5	3	3	3	Время открывания затвора	t	сек	8	6	8	8	10	Угол естественного откоса материала	ϕ	град	42	40	40	40	42	Ускорение свободного падения	g	м/с²	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	Коэффициент зависания материала (0,8...0,9)	K_z		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	Предел прочности на изгиб материала шибера	σ_b	МПа	380	350	350	350	300	Плотность материала шибера	ρ	Па	380000000	3.5E+08	3.5E+08	3.5E+08	3E+08	Коэффициент трения материала по шибера (0,6...0,8)	f_1	кг/м³	7800	7800	7800	7800	7800	Коэффициент трения шибера по направляющим скольжения (0,5...0,6)	f_2		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	Коэффициент запаса, учитывающий возможность перекоса затвора (1,25...1,5)	$K_{за}$		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	КПД привода	η		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	Коэффициент сопротивления качению (0,003...0,004)	k		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	Масса роликов (принимается 0,6...0,7 от массы шибера)	m_p	кг	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003	Коэффициент сопротивления в оси ролика (для подшипника качения принимается 0,003...0,004, для подшипника скольжения – 0,03...0,04)	f_{ci}		2.62	2.44	2.78	7.41	1.88	Диаметр цапфы ролика	d	м	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	Диаметр ролика	D	м	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008			м	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Значение	1	2	3	4																																																																																																																																																											
Максимальный размер частиц материала	D_{max}	м	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																																																																																																																																																											
Насыпная плотность материала	ρ_n	кг/м³	1200	1000	800	500	1200																																																																																																																																																											
Высота насыпки материала в бункере	H	м	4	3.5	3	3	3																																																																																																																																																											
Время открывания затвора	t	сек	8	6	8	8	10																																																																																																																																																											
Угол естественного откоса материала	ϕ	град	42	40	40	40	42																																																																																																																																																											
Ускорение свободного падения	g	м/с²	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8																																																																																																																																																											
Коэффициент зависания материала (0,8...0,9)	K_z		0.8	0.8	0.8	0.8	0.8																																																																																																																																																											
Предел прочности на изгиб материала шибера	σ_b	МПа	380	350	350	350	300																																																																																																																																																											
Плотность материала шибера	ρ	Па	380000000	3.5E+08	3.5E+08	3.5E+08	3E+08																																																																																																																																																											
Коэффициент трения материала по шибера (0,6...0,8)	f_1	кг/м³	7800	7800	7800	7800	7800																																																																																																																																																											
Коэффициент трения шибера по направляющим скольжения (0,5...0,6)	f_2		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6																																																																																																																																																											
Коэффициент запаса, учитывающий возможность перекоса затвора (1,25...1,5)	$K_{за}$		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5																																																																																																																																																											
КПД привода	η		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25																																																																																																																																																											
Коэффициент сопротивления качению (0,003...0,004)	k		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7																																																																																																																																																											
Масса роликов (принимается 0,6...0,7 от массы шибера)	m_p	кг	0.004	0.004	0.003	0.004	0.003																																																																																																																																																											
Коэффициент сопротивления в оси ролика (для подшипника качения принимается 0,003...0,004, для подшипника скольжения – 0,03...0,04)	f_{ci}		2.62	2.44	2.78	7.41	1.88																																																																																																																																																											
Диаметр цапфы ролика	d	м	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003																																																																																																																																																											
Диаметр ролика	D	м	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008																																																																																																																																																											
		м	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052																																																																																																																																																											
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов																																																																																																																																																																		
ОПК-5.1	Разрабатывает математическое описание процессов машиностроения на основе математических и численных	Перечень вопросов к основным разделам дисциплины: 1. Понятие «Проект». 2. Жизненный цикл проекта. 3. Участники проекта. 4. Организация проектной деятельности. 5. Планирование управления рисками проекта. 6. Коммуникационное планирование. 7. Патентный поиск аналогов и прототипов оборудования, выбор конструкции нового оборудования. 8. Способы создания новых проектных решений с определением показателей технического уровня																																																																																																																																																																

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																																																																																																																						
	методов моделирования	проектируемых изделий. 9. Основные принципы решения инженерных задач и поиск путей для выбора метода решения. 10. Составление технического задания на проектирование и изготовление оборудования. 11. Стадийность проектирования, основные требования к оформлению проектной и рабочей документации, стандарты ЕСКД и СПДС. 12. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам.																																																																																																																																																																																																						
ОПК-9 Способен разрабатывать новое технологическое оборудование																																																																																																																																																																																																								
ОПК-9.1	Осуществляет процесс проектирования с применением САПР	Перечень вопросов к основным разделам дисциплины: 1. Оформление конструкторской документации на проект согласно соответствующим стандартам. 2. Основные типы инженерных расчетов средствами современных систем автоматизированного проектирования. 3. Понятие о проекте и проектировании. Основные направления проектирования. Характеристика процесса проектирования. Уровни проектирования. Специализация, концентрация и кооперирование в машиностроении. 4. Проектная документация. Рабочая документация. Объем проектной документации и порядок представления ее на экспертизу. 5. Твёрдотельное моделирование. Основные инструменты. Твёрдотельного моделирования.																																																																																																																																																																																																						
ОПК-9.2	Разрабатывает конструкторскую документацию по требованиям ЕСКД	Практическое задание Разработать конструкцию шлюзового питателя. Основные конструктивные требования представлены в таблицы согласно установленным вариантам. <table><tr><th colspan="11">Вариант с 1 по 10</th></tr><tr><th>№ варианта</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th></tr><tr><td>Производительность питателя, т/ч</td><td>4,8</td><td>6</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>16</td><td>6</td><td>15</td><td>10</td><td>20</td></tr><tr><td>Насыпная плотность материала, кг/м³</td><td>320</td><td>420</td><td>1200</td><td>1800</td><td>2700</td><td>1900</td><td>700</td><td>1850</td><td>1200</td><td>2500</td></tr><tr><td>Высота засыпки материала в бункере, м</td><td>3</td><td>2,5</td><td>3,5</td><td>2,9</td><td>3,6</td><td>2,4</td><td>2,5</td><td>2,9</td><td>3,5</td><td>3,6</td></tr><tr><td>Угол естественного откоса материала, град</td><td>42</td><td>38</td><td>44</td><td>42</td><td>39</td><td>41</td><td>38</td><td>35</td><td>44</td><td>39</td></tr><tr><td>Частота вращения барабана, с⁻¹</td><td>0,5</td><td>0,8</td><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td><td>1</td><td>0,8</td><td>0,55</td><td>0,4</td><td>0,9</td></tr><tr><td>Число ячеек барабана, шт</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td><td>6</td></tr><tr><td>Длина питателя, м</td><td>0,4</td><td>0,4</td><td>0,38</td><td>0,42</td><td>0,4</td><td>0,3</td><td>0,3</td><td>0,42</td><td>0,38</td><td>0,42</td></tr><tr><th colspan="11">Вариант с 11 по 20</th></tr><tr><th>№ варианта</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>20</th></tr><tr><td>Производительность питателя, т/ч</td><td>8</td><td>16</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>6</td><td>6</td><td>20</td><td>10</td><td>15</td></tr><tr><td>Насыпная плотность материала, кг/м³</td><td>390</td><td>1900</td><td>1200</td><td>1850</td><td>1900</td><td>1200</td><td>700</td><td>2700</td><td>1200</td><td>1850</td></tr><tr><td>Высота засыпки материала в бункере, м</td><td>3</td><td>2,4</td><td>3,5</td><td>2,9</td><td>2,4</td><td>2,5</td><td>2,5</td><td>3,6</td><td>3,5</td><td>2,9</td></tr><tr><td>Угол естественного откоса материала, град</td><td>42</td><td>41</td><td>44</td><td>38</td><td>41</td><td>38</td><td>38</td><td>39</td><td>44</td><td>35</td></tr><tr><td>Частота вращения барабана, с⁻¹</td><td>0,5</td><td>1</td><td>0,4</td><td>0,55</td><td>1</td><td>0,8</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>0,4</td><td>0,8</td></tr><tr><td>Число ячеек барабана, шт</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>6</td></tr><tr><td>Длина питателя, м</td><td>0,3</td><td>0,3</td><td>0,38</td><td>0,36</td><td>0,35</td><td>0,38</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,38</td><td>0,37</td></tr></table>	Вариант с 1 по 10											№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Производительность питателя, т/ч	4,8	6	10	15	20	16	6	15	10	20	Насыпная плотность материала, кг/м³	320	420	1200	1800	2700	1900	700	1850	1200	2500	Высота засыпки материала в бункере, м	3	2,5	3,5	2,9	3,6	2,4	2,5	2,9	3,5	3,6	Угол естественного откоса материала, град	42	38	44	42	39	41	38	35	44	39	Частота вращения барабана, с ⁻¹	0,5	0,8	0,4	0,7	0,9	1	0,8	0,55	0,4	0,9	Число ячеек барабана, шт	6	8	8	6	8	8	8	6	8	6	Длина питателя, м	0,4	0,4	0,38	0,42	0,4	0,3	0,3	0,42	0,38	0,42	Вариант с 11 по 20											№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Производительность питателя, т/ч	8	16	10	15	20	6	6	20	10	15	Насыпная плотность материала, кг/м³	390	1900	1200	1850	1900	1200	700	2700	1200	1850	Высота засыпки материала в бункере, м	3	2,4	3,5	2,9	2,4	2,5	2,5	3,6	3,5	2,9	Угол естественного откоса материала, град	42	41	44	38	41	38	38	39	44	35	Частота вращения барабана, с ⁻¹	0,5	1	0,4	0,55	1	0,8	0,8	0,9	0,4	0,8	Число ячеек барабана, шт	6	8	8	6	8	8	8	8	8	6	Длина питателя, м	0,3	0,3	0,38	0,36	0,35	0,38	0,3	0,4	0,38	0,37
Вариант с 1 по 10																																																																																																																																																																																																								
№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																														
Производительность питателя, т/ч	4,8	6	10	15	20	16	6	15	10	20																																																																																																																																																																																														
Насыпная плотность материала, кг/м³	320	420	1200	1800	2700	1900	700	1850	1200	2500																																																																																																																																																																																														
Высота засыпки материала в бункере, м	3	2,5	3,5	2,9	3,6	2,4	2,5	2,9	3,5	3,6																																																																																																																																																																																														
Угол естественного откоса материала, град	42	38	44	42	39	41	38	35	44	39																																																																																																																																																																																														
Частота вращения барабана, с ⁻¹	0,5	0,8	0,4	0,7	0,9	1	0,8	0,55	0,4	0,9																																																																																																																																																																																														
Число ячеек барабана, шт	6	8	8	6	8	8	8	6	8	6																																																																																																																																																																																														
Длина питателя, м	0,4	0,4	0,38	0,42	0,4	0,3	0,3	0,42	0,38	0,42																																																																																																																																																																																														
Вариант с 11 по 20																																																																																																																																																																																																								
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																																														
Производительность питателя, т/ч	8	16	10	15	20	6	6	20	10	15																																																																																																																																																																																														
Насыпная плотность материала, кг/м³	390	1900	1200	1850	1900	1200	700	2700	1200	1850																																																																																																																																																																																														
Высота засыпки материала в бункере, м	3	2,4	3,5	2,9	2,4	2,5	2,5	3,6	3,5	2,9																																																																																																																																																																																														
Угол естественного откоса материала, град	42	41	44	38	41	38	38	39	44	35																																																																																																																																																																																														
Частота вращения барабана, с ⁻¹	0,5	1	0,4	0,55	1	0,8	0,8	0,9	0,4	0,8																																																																																																																																																																																														
Число ячеек барабана, шт	6	8	8	6	8	8	8	8	8	6																																																																																																																																																																																														
Длина питателя, м	0,3	0,3	0,38	0,36	0,35	0,38	0,3	0,4	0,38	0,37																																																																																																																																																																																														

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
ОПК-13 Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности		
ОПК-13.1	Использует современное программное обеспечение процесса проектирования технологических машин и оборудования	Практическое задание Разработать конструкцию секторного затвора пневматическим приводом. Конструктивная схема устройства представлена ниже. Материал, перемещаемый из бункера – каменный уголь. Размер входного фланца 1500х1500. Рабочий объем затвора 1,5 м³. 
ОПК-13.2	Разрабатывает алгоритмы моделирования работы технологических машин и оборудования	Перечень вопросов к основным разделам дисциплины: 1. Понятие «Проект». 2. Жизненный цикл проекта. 3. Участники проекта. 4. Организация проектной деятельности. 5. Планирование управления рисками проекта. 6. Коммуникационное планирование. 7. Патентный поиск аналогов и прототипов оборудования, выбор конструкции нового оборудования. 8. Способы создания новых проектных решений с определением показателей технического уровня проектируемых изделий. 9. Основные принципы решения инженерных задач и поиск

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Проектирование технологического оборудования**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий 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 «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.