

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
протокол от 25.08.2025 г. № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Экономика и менеджмент высоких технологий

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний по экономике и менеджменту высоких технологий и навыков по их практическому использованию, подготовка студентов к самостоятельному анализу и управлению информационными процессами в различных предметных областях, навыков по ориентировке в сложной экономической обстановке на рынке высоких технологий в рамках реализуемых интеграционных процессов и общей глобализации.

Задачи дисциплины –

- обобщить имеющиеся знания о функциях и методах экономического управления с использованием средств и механизмов высокотехнологичного развития, в том числе о мотивации развития данного вида направления деятельности;
- сформировать понимание основных проблем развития экономики и менеджмента высоких технологий;
- сформировать понимание закономерностей функционирования и основных черт высокотехнологичного развития;
- обеспечить приобретение навыков информационного менеджмента в различных предметных областях;
- охарактеризовать методы регулирования высокотехнологичного развития организаций и предприятий различной предметной направленности;
- дать представление студентам об основных методах оценки протекающих процессов в рамках использования современных технологий;
- детализировать знания об этапах развития высокотехнологичной среды, дать рекомендации по финансированию наиболее важных этапов в жизненном цикле современных технологий;
- научить студентов разрабатывать и оценивать эффективность отдельных положений развития высокотехнологичной среды в различных предметных областях;
- сформировать устойчивые навыки разработки проектных решений в сфере экономики и менеджмента высоких технологий, подготовке предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов в различных предметных областях;
- представить особенности управления высокотехнологичными проектами;
- представить основные нормативные документы, связанные с регулированием деятельности в сфере высоких технологий;
- представить систему критериев, используемых при принятии решения об инвестировании в высокотехнологичное развитие;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к общенаучному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин бакалавриата: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математической статистики, безопасность жизнедеятельности

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Методы оценки последствий крупномасштабных радиационных аварий»

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
ОПК-7	Способен в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи	З-ОПК-7 Знать: основные источники и методы получения профессиональной информации, направления научных исследований, соответствующих направленности программы магистратуры У-ОПК-7 Уметь: выявлять перспективные проблемы и формулировать принципы решения актуальных научно-исследовательских задач на основе использования комплексной информации, в том числе на стыке областей знания; - разрабатывать методики решения и координировать выполнение отдельных заданий при руководстве группой исследователей, с учетом требований техники безопасности В-ОПК-7 Владеть: методами анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; - опытом обобщения и анализа научной и научно-технической информации; - опытом представления полученных результатов в виде докладов и публикаций.
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения

Коды компетенций	Результаты освоения ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	цифровой среде	исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	12
В том числе:	
<i>лекции</i>	-
<i>практические занятия</i> (из них в форме практической подготовки)	12
<i>лабораторные занятия</i> (из них в форме практической подготовки)	-
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет</i>	+
<i>зачет с оценкой</i>	-
<i>экзамен</i>	-
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	96
Всего (часы):	108
Всего (зачетные единицы):	3

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Обзор экономико-математических моделей и методов их расчета	-	1	-	-	3
1.1.	Описание экономических моделей и принципов их расчета	-	0,5	-	-	1
1.2.	Классификация математических моделей и методов	-	-	-	-	1
1.3.	Примеры построения математических моделей	-	0,5	-	-	1
2.	Линейное программирование	-	2,5	-	-	4
2.1.	Постановка и решение задачи линейного программирования	-	0,5	-	-	1
2.2.	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования по оптимизации инвестиционного проекта	-	0,5	-	-	1
2.3.	Постановка и решение задач целочисленного линейного программирования по оптимизации инвестиционного проекта	-	1	-	-	1
2.3.1.	Метод Гомори, ветвей и границ, MS Excel. Поиск решения	-	0,5	-	-	1
3.	Управление инвестиционными проектами	-	11,5	-	-	84
3.1.	Понятие, сущность инвестиций. Инвестиционный проект.	-	0,5	-	-	1
3.2.	Денежные потоки. Анализ рынка.	-	0,5	-	-	2
3.3.	Риски инвестиционного проекта	-	0,5	-	-	2
3.4.	Технико-экономические расчеты	-	3,5	-	-	44
3.4.1	Расчет производственной мощности	-	0,5	-	-	5
3.4.2	Расчет общей суммы капитальных вложений: затраты на приобретение земельного участка, расходы на подготовку строительной площадки, затраты на строительство зданий и сооружений, расходы на покупку лицензий и других нематериальных активов, затраты на оборудование, расходы на замещение оборудования с коротким сроком службы, затраты на подготовку производства, расходы на оборотный капитал, прочие необъектные затраты (в том числе штрафы, пени, взносы)	-	0,5	-	-	4
3.4.3	Материальные затраты		0,5			5

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
3.4.4	Численность работающих и фонд заработной платы		0,5			10
3.4.5	Накладные расходы		0,5			5
3.4.6	Себестоимость продукции		0,5			10
3.4.7	Сроки реализации проекта		0,5			5
3.5	Оценка эффективности инвестиционного проекта (ИП)		8			40
3.5.1	Основные принципы оценки эффективности ИП		0,5			5
3.5.2	Денежные потоки ИП		0,5			5
3.5.3	Дисконтирование денежных потоков		0,5			5
3.5.4	Показатели эффективности ИП		0,5			5
3.5.5	Учет неопределенности и риска при оценке эффективности		0,5			5
3.5.6	Оценка коммерческой эффективности ИП		0,5			5
3.5.7	Оценка эффективности участия предприятия в проекте		0,5			5
3.5.8	Технико-экономические показатели проекта		0,5			5
ИТОГО: за семестр:			12	-	-	96
ВСЕГО:			12	-	-	96

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Обзор математических моделей и методов их расчета	
1.	Обзор математических моделей и методов их расчета	Сформулированы задачи для выработки навыков и умений построения математических моделей.
2.	Линейное программирование	
2.1	Постановка и решение задачи линейного программирования	Сформулированы задачи для выработки навыков и умений построения математических моделей методами линейного программирования. Интерактивный семинар по постановке и решению задач линейного программирования путем формулировки задач, построения моделей и обсуждения полученных результатов коллективом обучающихся.
2.2.	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	Сформулированы задачи для выработки навыков и умений решения задач линейного программирования симплекс-методом. Интерактивный семинар по постановке и решению задач линейного программирования путем формулировки задач, построения моделей и обсуждения полученных результатов коллективом обучающихся.
2.3.1	Постановка и решение задач целочисленного линейного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.	Сформулированы задачи для выработки навыков и умений постановки и решения задач целочисленного линейного программирования, использование методов Гомори, ветвей и границ. Приобретение навыков использования MS Excel «Поиск решений» для поиска оптимального решения при заданных параметрах, ограничениях и целевой функции. Интерактивный семинар по постановке и решению задач целочисленного линейного программирования путем формулировки задач, построения моделей и обсуждения полученных результатов коллективом обучающихся.
3. Управление инвестиционными проектами		
3.1-3.3	Понятие, сущность инвестиций. Инвестиционный проект. Денежные потоки. Анализ рынка. Риски инвестиционного проекта	Рассмотрение вопросов понятия и сущности инвестиций, инвестиционного проекта, сроков и стадий его реализации, денежных потоков, методов анализа рынка, методы оценки рисков (финансовых, политических, экологических, социальных, геополитических и т.п.)
3.4.1	Расчет производственной мощности	Расчет производственной мощности для непрерывных процессов и периодических. Расчет режимного фонда

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
		времени, периодического режимного фонда времени, времени простоя основного оборудования в ремонте, проектного выпуска продукции. Производственная мощность является ограничением при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.2	Расчет общей суммы капитальных вложений.	Расчет затрат на приобретение земельного участка, расходов на подготовку строительной площадки, затрат на строительство зданий и сооружений, расходов на покупку лицензий и других нематериальных активов, затрат на оборудование, расходов на замещение оборудования с коротким сроком службы, затрат на подготовку производства, расходов на оборотный капитал, прочих необъектных затрат (в том числе штрафы, пени, взносы). Являются ограничениями при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.3	Материальные затраты	Расчет материальных затрат на годовой выпуск продукции, в том числе являющихся ограничениями при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.4	Численность работающих и фонд заработной платы	Расчет баланса рабочего времени, явочной численности, списочной численности, годового фонда заработной платы, складывающегося из основной и дополнительной с учетом периодичности или непрерывности производства и категории работающих. Являются ограничениями при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.5	Накладные расходы	Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховых расходов, накладных расходов. Являются ограничениями при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.6	Себестоимость продукции	Расчет проектной себестоимости продукции методом прямого счета с учетом вышеописанной структуры расходов. Является ограничением при построении оптимизационной задачи линейного программирования.
3.4.7	Сроки реализации проекта	Оценка сроков реализации проекта.
3.5.1	Основные принципы оценки эффективности ИП	Анализ методических рекомендаций [1] оценки инвестиционной привлекательности проекта.
3.5.2	Денежные потоки ИП	Рассмотрение понятие денежных потоков и методов их расчета.
3.5.3	Дисконтирование денежных потоков	Рассмотрение понятие дисконтирования денежных потоков и методов расчета.
3.5.4	Показатели эффективности ИП	Расчет показателей эффективности инвестиционного проекта: - чистый доход; - чистый дисконтированный доход; - внутренняя норма доходности; - потребность в дополнительном финансировании

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
		(ПФ); - индексы доходности затрат и инвестиций; - • срок окупаемости
3.5.5	Учет неопределенности и риска при оценке эффективности	Расчет точки безубыточности, расчет премии за риск инвестиций методом модели цены капитальных вложений (МКЦВ).
3.5.6	Оценка коммерческой эффективности ИП	Оценка коммерческой эффективности инвестиционного проекта с учетом всех проведенных расчетов, а также с использованием методов линейного программирования и пакета инструментов MS Excel «Поиск решения».
3.5.7	Оценка эффективности участия предприятия в проекте	Оценка эффективности участия предприятия в проекте, выходными формами которой являются: - отчет о прибылях и об убытках (при определении прибыли в общие издержки дополнительно включаются финансовые издержки); - отчет о движении денежных средств; - денежные потоки с расчетом показателей эффективности.
3.5.8	Технико-экономические показатели проекта	Расчет технико-экономических показателей проекта методами прямого счета, с использованием пакета инструментов MS Excel «Поиск решения».

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению домашних заданий по дисциплине «Экономика и менеджмент высоких технологий», утвержденные кафедрой «Экономика, экономико-математические методы и информатика», протокол № 1 от 30.08.2014 г.

2. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Экономика и менеджмент высоких технологий» – <http://iate.obninsk.ru/node/5230>.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1	Раздел 1. Обзор математических моделей и методов их расчета	УК-1	Эссе
2	Раздел 2. Линейное программирование	УК-1, ОПК-7, УКЦ-1 (знать, уметь, владеть)	Контрольная работа № 1
3	Раздел 3. Управление инвестиционными проектами	УК-1, ОПК-7, УКЦ-1 (знать, уметь, владеть)	Индивидуальное домашнее задание № 1.
Промежуточный контроль			
	зачет	УК-1, ОПК-7, УКЦ-1 (знать,	Вопросы, задачи

	уметь, владеть)	
--	-----------------	--

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.2.1. Зачет

а) типовые вопросы:

Основные принципы моделирования и общие свойства экономических объектов

Классификация математических моделей и методов

Этапы построения математической модели на примере производственного предприятия

Постановка задачи линейного программирования. Задача об оптимальном использовании ресурсов при производственном планировании.

Постановка задачи линейного программирования. Задача об оптимальном планировании состава продукции

Постановка задачи линейного программирования. Транспортная задача

Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Описание алгоритма решения.

Постановка и решение задачи целочисленного программирования. Метод Гомори. Описание алгоритма решения.

Постановка и решение задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Описание алгоритма решения.

Понятие и сущность инвестиций, инвестиционного проекта, сроков и стадий его реализации, денежных потоков, методов анализа рынка, методы оценки рисков (финансовых, политических, экологических, социальных, геополитических и т.п.).

Расчет производственной мощности для непрерывных процессов и периодических. Расчет режимного фонда времени, периодического режимного фонда времени, времени простоя основного оборудования в ремонте, проектного выпуска продукции.

Расчет затрат на приобретение земельного участка, расходов на подготовку строительной площадки, затрат на строительство зданий и сооружений, расходов на покупку лицензий и других нематериальных активов, затрат на оборудование, расходов на замещение оборудования с коротким сроком службы, затрат на подготовку производства, расходов на оборотный капитал, прочих необъектных затрат (в том числе штрафы, пени, взносы).

Расчет материальных затрат на годовой выпуск продукции.

Расчет баланса рабочего времени, явочной численности, списочной численности, годового фонда заработной платы, складывающегося из основной и дополнительной с учетом периодичности или непрерывности производства и категории работающих.

Расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховых расходов, накладных расходов.

Расчет проектной себестоимости продукции методом прямого счета с учетом вышеописанной структуры расходов.

Рассмотрение понятие денежных потоков и методов их расчета.

Рассмотрение понятие дисконтирования денежных потоков и методов расчета.

Расчет показателей эффективности инвестиционного проекта.

Расчет точки безубыточности, расчет премии за риск инвестиций методом модели цены капитальных вложений (МКЦВ).

Оценка коммерческой эффективности инвестиционного проекта.

Расчет технико-экономических показателей проекта методами прямого счета, с использованием пакета инструментов MS Excel «Поиск решения».

б) типовые задания:

Задача 1. На птицеферме употребляются два вида кормов - I и II. В единице массы корма I содержатся единица вещества А, единица вещества В и единица вещества С. В единице массы корма II содержатся 4 единицы вещества А, 2 единицы вещества В и не содержится вещества С. В дневной рацион каждой птицы надо включить не менее 1 вещества А, не менее 4 единиц вещества В и не менее 1 вещества С. Цена единицы массы корма I составляет 3 рубля, корма II - 2 рубля. Составьте ежедневный рацион кормления птицы так, чтобы обеспечить наиболее дешевый рацион. Решить графическим способом.

Задача 2. Компания специализируется на выпуске телевизоров и DVD-плееров. Каждый телевизор приносит компании прибыль в размере 10 тыс.рублей, а каждый DVD-плеер в размере 3 тыс.рублей. На изготовление одного телевизора требуется 10 часов работы на участке А и 12 часов работы на участке В и 8 часов на участке С. DVD-плеер изготавливается с затратами 6 часов на участке А, 2 часа на участке В и 3 часа на участке С. Доступная производственная мощность участка А составляет 420 часов в день, участка В - 102 часа и участка С - 100 часов. Сколько телевизоров и DVD-плееров должна выпускать компания ежедневно, чтобы получать максимальную прибыль. Решить методом Гомори или методов ветвей и границ.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

По результатам сдачи зачета студент должен знать в соответствии с ОК-2 и ПК-8 типовые методики и действующую нормативно-правовую базу; уметь применять методы экономико-математического анализа и менеджмента, теоретического и экспериментального исследования для расчета социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов сферы высоких технологий; владеть:

- навыками применения современного экономико-математического инструментария для решения социально-экономических задач;
- методикой построения, анализа и применения методов менеджмента, экономико-математических методов для оценки состояния и прогноза развития деятельности хозяйствующих субъектов сферы высоких технологий;
- навыками организации мероприятий по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов.

Зачет проводится устно и включает в себя ответ на один теоретический вопрос и решение двух задач из различных разделов курса.

Преподаватель дополнительно отмечает посещаемость занятий и оценивает каждое пропущенное занятие в пять баллов. Каждое пропущенное занятие «отрабатывается» путем ответа на дополнительный вопрос и/или решение дополнительной задачи на зачете, оцениваемые также в пять баллов. Студент имеет право отказаться от ответа на дополнительный вопрос или решения дополнительной задачи по результатам пропуска занятий, однако из суммы полученных баллов за зачет отнимается по пять баллов за каждый пропуск занятия.

Зачет оценивается по сто балльной системе, используемой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Преподаватель, оценивая работу, придерживается следующих критериев оценивания: каждая задача оценивается в 40 баллов, теоретический вопрос – 20 баллов:

- 1) обе задачи решены верно, теоретический вопрос отвечен верно, неотработанных пропусков нет – 100 баллов;
- 2) расчеты выполнены с одной-двумя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в одной из задач, тогда задача оценивается в 30 баллов, если в обеих задачах, то каждая по 30 баллов;
- 3) расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в одной из задач, тогда задача оценивается в 20 баллов, если в обеих задачах, то каждая по 20 баллов;

4) если расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, влияющими на дальнейшие расчеты, то задача отправляется на доработку.

в) описание шкалы оценивания:

- от 90 до 100 баллов – отлично;
- от 75 до 89 баллов – хорошо;
- от 60 до 74 баллов – удовлетворительно;
- менее 60 баллов – неудовлетворительно.

Суммарно оценка за зачет составляет 40 баллов с учетом того, что работа в семестре по контрольным точкам составляет 60 баллов.

При зачете без оценки, в случае, если сумма набранных баллов составляет менее 60 – не зачтено, более 60 – зачтено.

7.2.2. Эссе

а) Примерные темы эссе

Современные подходы к разработке и аудиту стратегии оптимизации производства
IT-аутсорсинг в инвестиционном проекте и как инструмент оптимизации производства

IT -инсорсинг в инвестиционном проекте и как инструмент оптимизации производства

Как превратить информацию и знания в успешный бизнес? Опыт IT-технологий как инструмент оптимизации производства

Электронная торговля и как инструмент оптимизации производства

Электронный маркетинг и как инструмент оптимизации производства

Электронный банкинг и как инструмент оптимизации производства

Электронные площадки по государственным закупкам и тендерам и как инструмент оптимизации производства

Взаимосвязь IT-стратегии и бизнес-стратегии и как инструмент оптимизации производства

IT -безопасность – проблемы и ключевые моменты и как инструмент оптимизации производства

Бизнес-разведка и IT – новый способ овладения рынком и как инструмент оптимизации производства

В эссе рекомендуется как раскрыть основные характеристики рассматриваемого инструмента или технологии управления, проанализировать мнения экспертов и специалистов-практиков, которые уже использовали его в своей практике, и определить, насколько и в каком виде данный инструмент может быть использован в Вашей организации, оценив его «плюсы и минусы». В эссе также необходимо указать, какие требования Вы как менеджер предъявили бы к данному инструменту, и как он мог бы способствовать повышению эффективности деятельности Вашей организации/подразделения.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Объем эссе не должен превысить 4000 печатных знаков. Документ не должен содержать лишних разделов и отвлечённых повествований, не следует также увлекаться подробным разъяснением очевидных теоретических положений. Особое внимание следует уделить практической направленности Вашей работы.

в) описание шкалы оценивания:

- от 90 до 100 баллов – отлично;
- от 75 до 89 баллов – хорошо;
- от 60 до 74 баллов – удовлетворительно;
- менее 60 баллов – неудовлетворительно.

При этом эссе в целом оценивается в 10 баллов и входит как оценочное средство контрольной точки № 1.

7.2.3. Контрольная работа №1

а) Пример контрольной работы № 1

Задача 1.

Компания специализируется на выпуске хоккейных клюшек и наборов шахмат. Каждая клюшка приносит компании прибыль в размере 2 рубля, а каждый шахматный набор в размере 4 рубля. На изготовление одной клюшки требуется 4 часа работы на участке А и 2 часа работы на участке В. Шахматный набор изготавливается с затратами 6 часов на участке А, 6 часов на участке В и 1 часа на участке С. Доступная производственная мощность участка А составляет 120 часов в день, участка В - 72 часа и участка С - 10 часов.

Необходимо определить, сколько клюшек и шахматных наборов должна выпускать компания ежедневно, чтобы получать максимальную прибыль.

Условия задач указанного класса часто представляют в табличной форме (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Исходные данные задачи об использовании производственных ресурсов

Производственные участки	Затраты времени на единицу продукции, час		Доступный фонд времени, час
	Клюшки	Наборы шахмат	
А	4	6	120
В	2	6	72
С	-	1	10
Прибыль на ед.продукции, руб.	2	4	-

По данному условию сформулируем задачу линейного программирования.

Обозначим x_1 - количество выпускаемых ежедневно хоккейных клюшек, x_2 - количество выпускаемых ежедневно шахматных наборов.

Шаг 1. Формирование целевой функции и системы ограничений.

Формулировка задачи линейного программирования:

$$f(x) = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 \leq 120 \\ 2x_1 + 6x_2 \leq 72 . \\ x_2 \leq 10 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

Шаг 2. Приведение задачи к канонической форме (перевод функциональных ограничений в систему уравнений).

$$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 + x_3 \leq 120 \\ 2x_1 + 6x_2 + x_4 \leq 72 . \\ x_2 + x_5 \leq 10 \end{cases}$$

Шаг 3. Построение исходной симплекс-таблицы (получение первоначального допустимого базисного решения).

Таблица 2 - Исходная симплекс-таблица для Задачи 2 (первое базисное решение)

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	4	6	1	0	0	120
x_4	2	6	0	1	0	72
x_5	0	1	0	0	1	10
c_j	2	4	0	0	0	0

Таким образом, в данном базисном решении неосновные переменные x_1 и x_2 равны нулю. Базисные переменные отличны от нуля: $x_3 = 120$, $x_4 = 72$, $x_5 = 10$. Данное базисное решение является допустимым. Естественно, что значение целевой функции в этом случае равно нулю, так как в формировании целевой функции участвуют переменные, которые для данного базисного решения являются неосновными.

Шаг 4. Проверка условия: все $c_j \leq 0$. Если нет, то осуществляется переход к шагу 5, если да, то задача решена. Таким образом, на данном шаге проверяется наличие положительных элементов в последней строке симплексной таблицы. Если такие элементы имеются, необходимо продолжать решение.

В данной задаче последняя строка содержит два положительных элемента, следовательно, необходимо перейти к шагу 5.

Шаг 5. Выбор разрешающего столбца (переменной, вводимой в базис).

В качестве разрешающего выберем второй столбец, соответствующий переменной x_2 .

Шаг 6. Проверка условия: все $a_{ir} \leq 0$. Если да, то целевая функция не ограничена и решения нет, если нет, то осуществляется переход к шагу 7.

Таким образом, необходимо проверить элементы разрешающего столбца. Если среди них нет положительных, то задача неразрешима.

В задаче 2 все элементы разрешающего столбца положительны (6, 6 и 1), следовательно, необходимо перейти к шагу 7.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки (переменной, выводимой из базиса). В задаче 2:

$$1 \text{ строка: } D_1 = \frac{120}{6} = 20;$$

$$2 \text{ строка: } D_2 = \frac{72}{6} = 12;$$

$$3 \text{ строка: } D_3 = \frac{10}{1} = 10.$$

Наименьший результат деления в третьей строке, следовательно, она выбирается разрешающей, т.е. из базисного решения исключается переменная x_5 .

В Задаче 2 - единица, стоящая на пересечении третьей строки и второго столбца, являются разрешающим элементом.

Исходная симплекс-таблица Задаче 2 с разрешающей строкой и разрешающим столбцом, выделенными цветом, представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Исходная симплекс-таблица для Задачи 2 с выделенными разрешающим строкой и столбцом

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	4	6	1	0	0	120
x_4	2	6	0	1	0	72
x_5	0	1	0	0	1	10
c_j	2	4	0	0	0	0

Шаг 8. Пересчет элементов симплекс-таблицы (переход к новому базисному решению).

Результат пересчета задачи 2 представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Симплекс-таблица для Задачи 2 (второе базисное решение)

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	4	0	1	0	-6	60
x_4	2	0	0	1	-6	12
x_2	0	1	0	0	1	10
c_j	2	0	0	0	-4	-40

Таким образом, в новом базисном решении базисными переменными являются: $x_3=60$, $x_4 = 12$, $x_2 = 10$ (соответствующие значения можно видеть в последнем столбце таблицы). Неосновные переменные x_1 и x_5 равны нулю. Значение целевой функции в этом случае равно 40 (значение можно видеть в правой нижней ячейке таблицы).

Вернемся к **шагу 4** симплекс-алгоритма. Рассмотрим последнюю строку таблицы 4, в которой есть положительные элементы, значит, полученное решение не является оптимальным.

Шаг 5. Выберем разрешающий столбец, т.е. столбец x_1 , поскольку в нем содержится единственный положительный элемент нижней строки. Следовательно, переменную x_1 переведем в основные.

Шаг 6. В разрешающем столбце есть положительные элементы, следовательно, можно продолжать решение.

Шаг 7. Определим разрешающую строку. При этом будем рассматривать лишь первую и вторую строки, поскольку для третьей строки в разрешающем столбце находится нуль.

$$1 \text{ строка: } D_1 = \frac{60}{4} = 15;$$

$$2 \text{ строка: } D_2 = \frac{12}{2} = 6.$$

Наименьший результат деления - во второй строке, следовательно, она разрешающая, т.е. x_4 переводим в неосновные (исключаем из базиса).

Исходная симплекс-таблица (второе базисное решение) задачи 2 с разрешающей строкой и разрешающим столбцом, выделенными цветом, представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Симплекс-таблица для Задачи 2 (второе базисное решение) с выделенными разрешающими строкой и столбцом

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	4	0	1	0	-6	60
x_4	2	0	0	1	-6	12
x_2	0	1	0	0	1	10
c_j	2	0	0	0	-4	-40

Шаг 8. Пересчет элементов симплексной таблицы в соответствии с правилами, приводимыми выше. Результат пересчета представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Симплекс-таблица для Задачи 2 (третье базисное решение)

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	0	0	1	-2	6	36
x_1	1	0	0	0,5	-3	6
x_2	0	1	0	0	1	10
c_j	0	0	0	-1	2	-52

Таким образом, в третьем базисном решении основными переменными являются: $x_1=6$, $x_2 = 10$, $x_3 = 36$. Неосновные переменные x_4 и x_5 равны нулю. Значение целевой функции для этого решения равно 52.

Вернемся к **шагу 4** симплекс-алгоритма. Рассмотрим последнюю строку таблицы 6. В ней есть положительные элементы, значит, полученное решение не является оптимальным, и необходимо продолжить выполнение симплекс-алгоритма.

Шаг 5. Выберем разрешающий столбец – это x_5 , т.к. в нем содержится единственный положительный элемент нижней строки. Переменную x_5 переведем в основные.

Шаг 6. Проверка показывает, что в разрешающем столбце есть положительные элементы, следовательно, продолжаем решение.

Шаг 7. Определим разрешающую строку. При этом будем рассматривать лишь первую и третью строки, т.к. для второй строки в разрешающем столбце находится отрицательное число.

$$1 \text{ строка: } D_1 = \frac{36}{6} = 6;$$

$$3 \text{ строка: } D_3 = \frac{10}{1} = 10.$$

Наименьший результат деления - в первой строке, следовательно, она разрешающая, т.е. x_3 переводим в неосновные (исключаем из базиса).

Ниже приведена симплекс-таблица с выделенными разрешающей строкой и столбцом (таблица 7).

Таблица 7 - Симплекс-таблица для Задачи 2 (третье базисное решение) с выделенными разрешающей строкой и столбцом

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_3	0	0	1	-2	6	36
x_1	1	0	0	0,5	-3	6
x_2	0	1	0	0	1	10
c_j	0	0	0	-1	2	-52

Шаг 8. Пересчет элементов симплексной таблицы в соответствии с правилами, приводимыми выше. Результат пересчета представлен в таблице 8.

Таблица 8 - Симплекс-таблица для Задачи 2 (четвертое базисное решение)

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_5	0	0	0,167 ($\frac{1}{6}$)	-0,33 ($-\frac{1}{3}$)	1	6
x_1	1	0	0,5 ($\frac{1}{2}$)	-0,5 ($-\frac{1}{2}$)	0	24
x_2	0	1	-0,167 ($-\frac{1}{6}$)	0,33 ($\frac{1}{3}$)	0	4
c_j	0	0	-0,33 ($-\frac{1}{3}$)	-0,33 ($-\frac{1}{3}$)	0	-64

Таким образом, в очередном (четвертом) базисном решении основными переменными являются: $x_1 = 24$, $x_2 = 4$, $x_5 = 6$. Неосновные переменные x_3 и x_4 равны нулю. Значение целевой функции для этого решения равно 64.

Вернемся к **шагу 4**. Положительных элементов в последней строке не осталось, следовательно, полученное решение является *оптимальным*. Решение задачи найдено. Оно совпадает с решением, полученным при помощи графического метода: $x_1^* = 24$, $x_2^* = 4$, $f(x^*) = 64$.

Задача 3.

Решить задачу целочисленного программирования методом Гомори.

Шаг 1. Формирование целевой функции и системы ограничений.

$$f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$$

Ограничения задачи имеют вид:

$$\begin{cases} 5x_1 + 7x_2 \leq 21 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, \text{ целое} \\ x_2 \geq 0, \text{ целое} \end{cases}$$

Решаем задачу симплекс-методом без ограничений целочисленности.

$$f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 7x_2 \leq 21 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Шаг 2. Приводим задачу к каноническому виду:

$$\begin{cases} f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max; \\ -x_1 + 3x_2 + x_4 = 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_4 \geq 0 \end{cases}$$

Шаг 3. Составим симплекс-таблицу:

Базис	Переменные				b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	
x_3	5	7	1	0	21
x_4	-1	3	0	1	8
c_j	1	2	0	0	0

Шаг 4. Проверка условия: все $c_j \leq 0$. Нет.

Шаг 5. Выбираем разрешающий столбец, т.е. тот, где в последней строке находится наибольший положительный элемент, столбец 2, соответствующий переменной x_2

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки в соответствии с условием $D_s = \min_{i=\overline{1,m}} \left\{ \frac{b_i}{a_{ir}} \right\}$, для $a_{ir} > 0$, где s - номер разрешающей строки.

1 строка: $D_1 = \frac{21}{7} = 3$;

2 строка: $D_2 = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$.

Т.е. строка 2, а переменная x_4 исключается из базисного решения.

Составим симплекс таблицу с выделенными разрешающими столбцом и строкой.

Базис	Переменные				b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	
x_3	5	7	1	0	21
x_4	-1	3	0	1	8
c_j	1	2	0	0	0

Шаг 8. Пересчет симплекс таблицы

Базис	Переменные				b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	
x_3	7,33 ($\frac{22}{3}$)	0	1	-2,33 ($-\frac{7}{3}$)	2,33 ($\frac{7}{3}$)
x_2	-0,33 ($-\frac{1}{3}$)	1	0	0,33 ($\frac{1}{3}$)	2,67 ($\frac{8}{3}$)
c_j	1,67 ($\frac{5}{3}$)	0	0	-0,67 ($-\frac{2}{3}$)	-5,33 ($-\frac{16}{3}$)

Таким образом, в данном базисном решении основные переменные $x_2=2,67$ и $x_3=2,33$, а неосновные x_1 и x_4 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно 5,33. Вернемся к шагу 4.

Шаг 4. Проверка условия $c_j \leq 0$. Нет.

Шаг 5. Наибольший положительный элемент находится в столбце 1, соответствующий переменной x_1 .

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки. Очевидно, что строка 1, т.к. в строке 2 в разрешающем столбце есть отрицательный элемент. При этом переменная x_3 исключается из базиса.

Шаг 8. Пересчет симплекс-таблицы.

Базис	Переменные				b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	
x_1	1	0	0,14 ($3/22$)	-0,32 ($-7/22$)	0,32 ($7/22$)
x_2	0	1	0,05 ($1/22$)	0,27 ($5/22$)	2,77 ($-61/22$)
c_j	0	0	-0,23 ($-5/22$)	-0,14 ($-3/22$)	-5,86 ($-129/22$)

Таким образом, в данном базисном решении основные переменные $x_1=0,32$ ($7/22$) и $x_2=2,77$ ($61/22$), а неосновные x_3 и x_4 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно 5,86. Вернемся к шагу 4.

Шаг 4. Проверка условия $c_j \leq 0$. Да.

Продолжим, используя алгоритм Гомори.

Найдем целые части оптимального решения: $\frac{7}{22} = 0$; $\frac{61}{22} = 2$.

Найдем дробные части оптимального решения: $\frac{7}{22} - 0 = \frac{7}{22}$ и $\frac{61}{22} - 2 = \frac{17}{22}$.

Выбираем переменную с наибольшей дробной частью, т.е. x_2 с дробной частью $\frac{17}{22}$.

Вводим дополнительное ограничение целочисленности по алгоритму:

$$b_2 = 2\frac{17}{22} - 2 = \frac{17}{22}; f_{21} = 0 - 0 = 0; f_{22} = 1 - 1 = 0; f_{23} = \frac{1}{22} - 0 = \frac{1}{22}; f_{24} = \frac{5}{22} - 0 =$$

0.

$$0x_1 + 0x_2 + \frac{1}{22}x_3 + \frac{5}{22}x_4 \geq \frac{17}{22}, \text{ откуда } \frac{1}{22}x_3 + \frac{5}{22}x_4 - x_5 \geq \frac{17}{22}.$$

Добавляем это ограничение к симплекс-таблице:

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_1	1	0	0,14 ($3/22$)	-0,32 ($-7/22$)	0	0,32 ($7/22$)
x_2	0	1	0,05 ($1/22$)	0,27 ($5/22$)	0	2,77 ($61/22$)
x_5	0	0	($1/22$)	($5/22$)	-1	($17/22$)
c_j	0	0	-0,23 ($-5/22$)	-0,14 ($-3/22$)	0	-5,86 ($-129/22$)

Шаг 4. Проверка условия: все $c_j \leq 0$. Да. Решение нецелочисленно.

Шаг 5. Находим в наименьший по модулю элемент путем деления c_j на соответствующий ему коэффициент в новой строке:

$$\left| -\frac{5}{22} \div \frac{1}{22} \right| = |-5| \text{ и } \left| -\frac{3}{22} \div \frac{5}{22} \right| = \left| -\frac{3}{5} \right|$$

Наименьший по модулю элемент находится в столбце 4 и соответствует переменной x_4 .

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки.

2 строка: $D_2 = \frac{61}{5} = 12,2$;

3 строка: $D_3 = \frac{17}{5} = 3,4$, т.е. выбираем строку 3, а переменная x_5 исключается из базиса.

Шаг 8. Пересчет симплекс-таблицы.

Базис	Переменные					b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
x_1	1	0	0,2 ($\frac{1}{5}$)	0	-1,4 ($-1\frac{2}{5}$)	1,4 ($1\frac{2}{5}$)
x_2	0	1	0	0	1	2
x_4	0	0	0,2 ($\frac{1}{5}$)	1	-4,4 ($-4\frac{2}{5}$)	3,4 ($3\frac{2}{5}$)
c_j	0	0	-0,2 ($-\frac{1}{5}$)	0	-0,6 ($-\frac{3}{5}$)	-5,4 ($-5\frac{2}{5}$)

Таким образом, в базисном решении основные переменные имеют нецелочисленные решения: $x_1=1\frac{2}{5}$, $x_2=2$, $x_4=3\frac{2}{5}$, неосновные x_3 и x_5 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно $5\frac{2}{5}$.

Шаг 4. Проверка условия $c_j \leq 0$. Да.

Продолжим, используя алгоритм Гомори.

Выберем переменную с наибольшей дробной частью, т.е. x_1 .

Вводим дополнительное ограничение целочисленности. Если значение коэффициента при переменной меньше нуля, то к нему прибавляется такое целое число, чтобы дробная часть была положительной:

$$0x_1 + 0x_2 + \frac{1}{5}x_3 + 0x_4 + \frac{3}{5}x_5 \geq \frac{2}{5}, \text{ откуда } \frac{1}{5}x_3 + \frac{3}{5}x_5 - x_6 \geq \frac{2}{5}.$$

Добавляем это ограничение к симплекс-таблице:

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_1	1	0	0,2 ($\frac{1}{2}$)	0	-1,4 ($-1\frac{2}{5}$) ($-1\frac{2}{5}$)	0	1,4 ($1\frac{2}{5}$)
x_2	0	1	0	0	1	0	2
x_4	0	0	0,2 ($\frac{1}{5}$)	1	-4,4 ($-4\frac{2}{5}$)	0	3,4 ($3\frac{2}{5}$)
x_6	0	0	0,20 ($\frac{1}{5}$)	0	0,60 ($\frac{3}{5}$)	-1	0,40 ($\frac{2}{5}$)
c_j	0	0	-0,2 ($-\frac{1}{5}$)	0	-0,6 ($-\frac{3}{5}$)	0	-5,4 ($-5\frac{2}{5}$)

Шаг 4. Проверка условия: все $c_j \leq 0$. Да. Решение нецелочисленно.

Шаг 5. Находим в наименьший по модулю элемент:

$$\left| -\frac{1}{5} \div \frac{1}{5} \right| = |-1| \text{ и } \left| -\frac{3}{5} \div \frac{3}{5} \right| = |-1|$$

Выберем столбец 3, соответствующий переменной x_3 .

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки: строка 4, соответствующая переменной x_6 , которую исключаем из базиса.

Шаг 8. Пересчет симплекс-таблицы.

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_1	1	0	0	0	-2	1	1
x_2	0	1	0	0	1	0	2
x_4	0	0	0	1	-5	1	3
x_3	0	0	1	0	3	-5	2
c_j	0	0	0	0	0	-1	-5

Таким образом, в базисном решении основные переменные имеют целочисленные решения: $x_1=1$, $x_2=2$, $x_3=2$, $x_4=3$, неосновные x_5 и x_6 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно 5.

Задача 2.

Решить задачу целочисленного программирования методом ветвей и границ.

Шаг 1. Формирование целевой функции и системы ограничений.

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

Ограничения задачи имеют вид:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \geq 0, \text{ целое} \\ x_2 \geq 0, \text{ целое} \\ x_3 \geq 0, \text{ целое} \end{cases}$$

Решаем задачу симплекс-методом без ограничений целочисленности.

Шаг 2. Приводим задачу к каноническому виду:

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

Ограничения задачи имеют вид:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 + x_4 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 + x_5 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 + x_6 \leq 13 \\ x_j \geq 0, \text{ целое}, j = \overline{1,6} \end{cases}$$

Шаг 3. Составим симплекс-таблицу:

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_4	3	2	8	1	0	0	11
x_5	2	0	1	0	1	0	5
x_6	3	3	1	0	0	1	13
c_j	11	5	4	0	0	0	0

Шаг 4. Проверка условия: все $c_j \leq 0$. Нет.

Шаг 5. Выбираем разрешающий столбец, т.е. тот, где в последней строке находится наибольший положительный элемент, столбец 1, соответствующий переменной x_1

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки в соответствии с условием $D_s = \min_{i=\overline{1,m}} \left\{ \frac{b_i}{a_{ir}} \right\}$, для $a_{ir} > 0$, где s - номер разрешающей строки.

1 строка: $D_1 = \frac{11}{3} = 3,67$;

2 строка: $D_2 = \frac{5}{2} = 2,5$

3 строка: $D_3 = \frac{13}{3} = 4,33$

Т.е. строка 2, а переменная x_5 исключается из базисного решения.

Составим симплекс таблицу с выделенными разрешающими столбцом и строкой.

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_4	3	2	8	1	0	0	11
x_5	2	0	1	0	1	0	5
x_6	3	3	1	0	0	1	13
c_j	11	5	4	0	0	0	0

Шаг 8. Пересчет симплекс таблицы

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_4	0	2	6,5 (13/2)	1	-1,5 (-7/2)	0	3,5 (7/2)
x_1	1	0	0,5 (1/2)	0	0,5 (1/2)	0	2,5 (5/2)
x_6	0	3	-0,5 (-1/2)	0	-1,5 (-3/2)	1	5,5 (11/2)
c_j	0	+5	-1,5 (-3/2)	0	-5,5 (-11/2)	0	-27,5 (-55/2)

Таким образом, в данном базисном решении основные переменные $x_1=2,5$, $x_4= 3,5$, $x_6= 5,5$ а неосновные x_2 , x_3 , x_5 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно 27,5. Вернемся к шагу 4.

Шаг 4. Проверка условия $c_j \leq 0$. Нет.

Шаг 5. Выбираем разрешающий столбец, т.е. тот, где в последней строке находится наибольший положительный элемент, столбец 2, соответствующий переменной x_2

Шаг 6. Проверка условия $a_{ij} \leq 0$. Нет.

Шаг 7. Выбор разрешающей строки в соответствии с условием $D_s = \min_{i=\overline{1,m}} \left\{ \frac{b_i}{a_{ir}} \right\}$, для $a_{ir} > 0$, где s - номер разрешающей строки.

1 строка: $D_1 = \frac{3,5}{2} = 1,75$;

3 строка: $D_3 = \frac{5,5}{3} = 1,83$

Т.е. строка 1, а переменная x_4 исключается из базисного решения.

Шаг 8. Пересчет симплекс таблицы

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
x_2	0	1	3,25 (13/4)	0,5 (1/2)	-0,75 (3/4)	0	1,75 (7/4)
x_1	1	0	0,5	0	0,5	0	2,5

Базис	Переменные						b_i
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
			$(1/2)$		$(1/2)$		$(5/2)$
x_6	0	0	-10,25 $(-41/4)$	-1,5 $(-3/2)$	0,75 $(3/4)$	1	0,25 $(1/4)$
c_j	0	0	-17,75 $(-71/4)$	-2,5 $(-5/2)$	-1,75 $(-7/4)$	0	-36,25 $(-145/4)$

Таким образом, в данном базисном решении основные переменные $x_1=2,5$ ($\frac{5}{2}$), $x_2=1,75$ ($\frac{7}{4}$), $x_6=0,25$ ($\frac{1}{4}$), а неосновные x_3 , x_4 и x_5 равны нулю. При этом значение целевой функции для этого решения равно $36,25$ ($\frac{145}{4}$). Вернемся к шагу 4.

Шаг 4. Проверка условия $c_j \leq 0$. Да. Найдено оптимальное нецелочисленное решение.

Продолжим, используя метод ветвей и границ.

Шаг 5. Выберем переменную с дробным значением $x_1=2,5$ ($\frac{5}{2}$). Разбиваем задачу на две подзадачи с учетом того, что $\lceil \frac{5}{2} \rceil = 2$, тогда $x_1 \leq 2$ и $x_1 \geq 3$.

Решаем обе задачи симплекс-методом.

Задача 1.

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \leq 2 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}$$

Задача имеет нецелочисленный оптимальный план: $x_1=2$, $x_2=2,32$ ($\frac{51}{22}$), $x_3=0,045$ ($\frac{1}{22}$). При этом значение целевой функции для этого решения равно $33,77$ ($\frac{743}{22}$).

Задача 2.

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \geq 3 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}$$

Задача не имеет решения.

Вернемся к Шагу 5 метода ветвей и границ. Рассмотрим задачу 1, которая имеет решение, и аналогично разбиваем ее на две задачи.

Выбираем переменную с дробным значением $x_2=2,32$ ($\frac{51}{22}$). Разбиваем задачу на две подзадачи с учетом того, что $\lceil \frac{51}{22} \rceil = 2$, тогда $x_2 \leq 2$ и $x_2 \geq 3$.

Решаем обе задачи симплекс-методом.

Задача 1.1

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \leq 2 \\ x_2 \leq 2 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Задача имеет нецелочисленный оптимальный план: $x_1=2, x_2=2, x_3=0,125 (\frac{1}{8})$. При этом значение целевой функции для этого решения равно $32,5 (\frac{65}{2})$.

Задача 1.2

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \leq 2 \\ x_2 \geq 3 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Задача имеет нецелочисленный оптимальный план: $x_1=\frac{9}{7}, x_2=3, x_3=\frac{1}{7}$. При этом значение целевой функции для этого решения равно $29,7 (\frac{208}{7})$.

Рассмотрим задачу 1.1, которая имеет решение и значение целевой функции больше, чем в задаче 1.2. Разбиваем ее на две задачи.

Выбираем переменную с дробным значением $x_3=0,125 (\frac{1}{8})$. Разбиваем задачу на две подзадачи с учетом того, что $\lfloor \frac{1}{8} \rfloor = 0$, тогда $x_3 \leq 0$ и $x_1 \geq 1$.

Решаем обе задачи симплекс-методом.

Задача 1.1.1

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \leq 2 \\ x_2 \leq 2 \\ x_3 \leq 0 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Данная задача имеет оптимальный целочисленный план: $x_1=2, x_2=2, x_3=0$. При этом значение целевой функции для этого решения равно 32.

Задача 1.1.2

$$f(x) = 11x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + 8x_3 \leq 11 \\ 2x_1 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 13 \\ x_1 \leq 2 \\ x_2 \leq 2 \\ x_3 \geq 1 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Данная задача имеет оптимальный целочисленный план: $x_1=1, x_2=0, x_3=1$. При этом значение целевой функции для этого решения равно 15.

Выбираем план с наибольшим значением целевой функции.

Таким образом, данная задача имеет оптимальный целочисленный план: $x_1=2$, $x_2=2$, $x_3=0$. При этом значение целевой функции для этого решения равно 32.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Контрольная работа оценивается по сто балльной системе, используемой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Преподаватель, оценивая работу, придерживается следующих шкал оценивания:

1) правильность решенных задач:

- все расчеты выполнены правильно – 80 баллов;
- расчеты выполнены с одной-двумя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в контрольной работе – 75 баллов;
- расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в контрольной работе – 70 баллов;
- расчеты выполнены с одной-двумя арифметическими ошибками, влияющими на дальнейшие расчеты в контрольной работе – 50 баллов (первоначально); контрольная работа отправляется на доработку;
- расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, влияющими на дальнейшие расчеты в контрольной работе – 0 баллов; контрольная работа отправляется на доработку.

2) проверка решения задач с использованием пакета инструментов MS Excel «Поиск решения»:

- задача правильно сформулирована, проверка проведена правильно, представлены результаты в виде отчета MS Excel «Поиск решения» – 10 баллов;
- проверка проведена правильно, задача сформулирована некорректно, представлены результаты в виде отчета MS Excel «Поиск решения» – 5 баллов;
- проверка проведена неверно, задача сформулирована некорректно, представлены результаты в виде отчета MS Excel «Поиск решения» – 1 баллов;
- проверка проведена неверно, задача сформулирована некорректно или не представлены результаты в виде отчета MS Excel «Поиск решения» – 0 баллов.

Пример вывода отчета MS Excel «Поиск решения» представлен на рисунке 2.

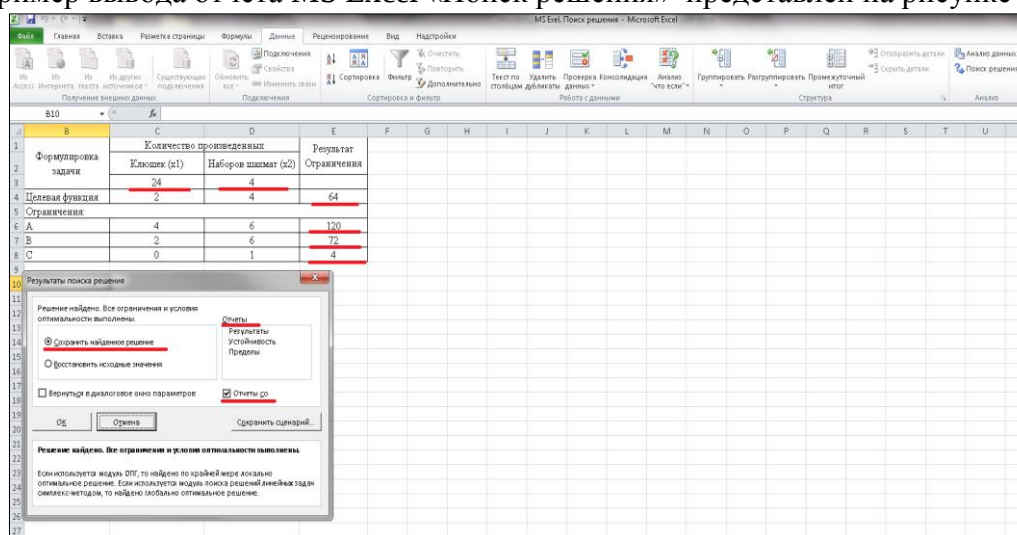


Рисунок 2 – Вывод решения задачи 2 контрольной работы №1 по результатам поиска решения

3) защита контрольной работы, умение грамотно изъясняться, четко и логично формулировать устно свои мысли, аргументированно доказывать правильность решения:

- студент грамотно изъясняется, четко и логично формулирует устно свои мысли, аргументированно доказывает решение задач контрольной работы - 10 баллов;
- студент грамотно изъясняется, четко и логично формулирует устно свои мысли, не аргументированно доказывает решение задач - 5 баллов;
- студент грамотно изъясняется, однако нечетко и нелогично формулирует устно свои мысли, не аргументированно доказывает решение задач - 2 балла;
- студент не выполняет ничего из перечисленного в пункте 3 - 0 баллов.

в) описание шкалы оценивания:

- от 90 до 100 баллов – отлично;
- от 75 до 89 баллов – хорошо;
- от 60 до 74 баллов – удовлетворительно;
- менее 60 баллов – неудовлетворительно.

При этом контрольная работа в целом оценивается в 10 баллов и входит как оценочное средство контрольной точки № 1.

7.2.3. Индивидуальное домашнее задание № 1

а) Пример индивидуального домашнего задания

Данные для расчета инвестиционной привлекательности проекта

1. Цех, участок, отделение.
2. Производство (непрерывное или периодическое).
3. Режим работы (непрерывный процесс – 3 смены по 8 часов или 4 смены по 6 часов; периодический процесс – 1, 2 или 3 смены с остановкой в субботние, воскресные и праздничные дни).
4. Ведущее оборудование, его количество, производительность. Какое количество ремонтируется за год ведущего оборудования, простои в ремонте; простои, обусловленные технологией.
5. Производственная мощность цеха (отделения, участка).
6. Производственная программа (план).
7. Фактический выпуск.
8. Стоимость ОПФ цеха, в том числе стоимость зданий и сооружений, стоимость оборудования.

Если отделение или участок – доля стоимости зданий и сооружений их в общей стоимости зданий и сооружений цеха. Отдельно стоимость оборудования или участка.

9. Норма амортизации: зданий и сооружений – %, оборудования – %.
10. Удельные нормы расхода сырья, материалов, топлива, энергии, воды и других материальных ресурсов на единицу продукции и цены на них.
11. Численность основных рабочих цеха (отделения, участка):
 - профессии, разряды;
 - количество в смену;
 - число смен;
 - коэффициент подмены;
 - часовая тарифная ставка по разрядам.

Численность вспомогательных рабочих, руководителей, специалистов и служащих в целом по цеху. Для расчета их заработной платы, приходящейся на отделение или участок, необходимо взять следующие данные:

- основная заработная плата основных рабочих цеха – А, руб. – 100 %;
- основная заработная плата основных рабочих отделения или участка – х, % (рассчитаете сами);
- вся заработная плата вспомогательных рабочих цеха – Б, руб. – 100 %;
- заработная плата вспомогательных рабочих, приходящаяся

на отделение или участок – B^I , руб. – x %;
– вся заработная плата руководителей, специалистов и служащих цеха – C , руб. – 100 %;
– заработная плата руководителей, специалистов и служащих, приходящаяся на отделение или участок – C^I , руб. – x %.

12. Себестоимость единицы продукции по статьям расходов.

Пример расчета эффективности инвестиционного проекта строительства цеха по производству трифторида алюминия

1.1 Исходные данные и условия для оценки проекта

Проектом предусматривается строительство цеха по производству три-фторида алюминия. Технический трифторид алюминия применяется в производстве алюминия электролитическим методом, а также в химической, стекольной и керамической отраслях промышленности. Сырьем для его получения являются очищенная фтороводородная кислота и гидроксид алюминия. Технологический процесс производства трифторида алюминия состоит из следующих стадий:

- 1) подготовки исходного сырья;
- 2) варки и кристаллизации трифторида алюминия;
- 3) фильтрования трифторида алюминия;
- 4) сушки трифторида алюминия;
- 5) очистки отходящих газов;
- 6) упаковки и транспортировки трифторида алюминия.

1.2 Техничко-экономические расчеты

1.2.1 Расчет производственной мощности

Процесс производства трифторида алюминия является непрерывным. Ведущим оборудованием является барабанная сушильная печь (2 шт.). Производительность сушильной печи 3,2 т/ч. Продолжительность простоя печи в текущем ремонте составляет 48 ч/мес, в капитальном – 320 ч/год.

Эффективный годовой фонд времени работы оборудования определяем по (2.3):

$$T_{эф}^{непр} = 365 \cdot 8 \cdot 3 - (48 \cdot 12 + 320) = 7864 \text{ ч}$$

Производственную мощность цеха рассчитываем по (2.1):

$$M = 3,2 \cdot 2 \cdot 7864 = 50329,6 \text{ т/год.}$$

Принимаем проектный выпуск (B): $B = 45000 \text{ т/год.}$

Коэффициент использования производственной мощности

$$k_M = 45000/50329,6 = 90 \text{ \%}.$$

1.2.2 Расчет общей суммы капитальных вложений

Общая сумма капитальных вложений в строительство цеха включает следующие затраты.

1. Затраты на приобретение земельного участка в г. Полевском.

Занимаемая новым цехом площадь составит 1 га, или 10000 м². Кадастровая стоимость земли в г. Полевском 611,58 руб./м² (приложение В). Стоимость земельного участка (K_3) определяем по формуле (2.5):

$$K_3 = 611,58 \cdot 10000 = 6115800 \text{ руб., или } 6,12 \text{ млн руб.}$$

2. Затраты на строительство здания определяем исходя из объема производимого

по проекту здания цеха ($V_{зд} = 60 \text{ тыс. м}^3$) и удельной стоимости строительства ($\Pi_{зд} = 2,3 \text{ тыс. руб./ м}^3$ (п. 2.2)) по формуле (2.6):

$$K_{30} = 2,3 \cdot 60000 = 138000 \text{ тыс. руб., или 138 млн руб.}$$

Затраты на сооружения принимаем ориентировочно в процентах к полной сметной стоимости зданий (на основе и по аналогии с полученными на производственной практике данными о структуре основных фондов действующего производства). По данным практики

$$K_c / K_{30} = 0,12 (12 \%), \text{ тогда}$$

$$K_c = 138 \cdot 0,12 = 16,56 \text{ млн руб.}$$

Общие затраты на строительство зданий и сооружений следующие:

$$138 + 16,56 = 154,56 \text{ млн руб.}$$

3. Расходы на подготовку строительной площадки составляют 3% общей стоимости зданий и сооружений:

$$154,56 \cdot 0,03 = 4,64 \text{ млн руб.}$$

4. Расчет балансовой стоимости оборудования с учетом затрат на приобретение, доставку и монтаж приведен в таблице 4.1.

Таблица 1.1 – Расчет затрат на приобретение, доставку и монтаж оборудования

№ стр.	Показатель	Количество, шт.	Цена*, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5
1	Барабанная сушильная печь	2	53230	106460
2	Реактор варки	5	2200	11000
3	Репульпатор	2	1400	2800
4	Буферная емкость	2	2200	4400
5	Вакуум-фильтр	4	810	3240
6	Теплоагрегат	1	13600	13600
7	Силос	3	17500	52500
8	Сборник маточных растворов	1	1200	1200
	Итого стоимость учтенного оборудования	—	—	195190
9	Неучтенное оборудование (15 %)	—	—	29278
10	Всего общая стоимость оборудования	—	—	224469
11	Транспортировка (20 %)	—	—	44894
12	Заготовительно-складские расходы (1 %)	—	—	2245
13	Запчасти к оборудованию (3 %)	—	—	6735
14	Затраты на монтаж (20 %)	—	—	44894
15	Стоимость КИПиА (10 %)	—	—	22447
16	Стоимость трубопроводов (20 %)	—	—	44894
17	Затраты на специальные работы (10 %)	—	—	22447

Всего балансовая стоимость оборудования	–	–	413023
В том числе оборудования с коротким сроком службы	–	–	53873

Источником цены оборудования являются данные предприятия.

5. Затраты на подготовку производства принимаем в размере 8 % от стоимости оборудования:

$$413023 \cdot 0,08 = 33041,8 \text{ тыс. руб.}, \text{ или } 33,04 \text{ млн руб.}$$

6. Расходы на оборотный капитал определяем из структуры производственных фондов (приложение Д). Для производств основной химии стоимость ОПФ (зданий, сооружений и оборудования) составляет 91 %, стоимость нормируемых оборотных средств – 9 %.

В нашем примере стоимость ОПФ принимаем

$$154,56 + 413,02 = 567,58 \text{ млн руб.}$$

Тогда затраты на оборотный капитал составят

$$567,58 : 91 \cdot 9 = 56,13 \text{ млн руб.}$$

Результаты расчетов капитальных вложений сводим в таблицу 4.2.

Таблица 1.2 – Общая сумма капитальных вложений

№ стр.	Направления капитальных вложений	Сумма, млн руб.	Процент к итогу
1	Приобретение земельного участка	6,12	0,8
2	Подготовка строительной площадки	4,64	0,6
3	Строительство зданий и сооружений	154,56	21,5
4	Приобретение лицензий (нет)	–	–
5	Приобретение, доставка и монтаж оборудования	413,02	57,2
6	Замещение оборудования с коротким сроком службы	53,87	7,5
7	Подготовка производства	33,04	4,6
8	Оборотный капитал	56,13	7,8
Всего		721,38	100

На основе данных о стоимости производственных фондов определяем годовую сумму амортизационных отчислений (таблица 4.3).

Таблица 1.3 – Годовая сумма амортизационных отчислений

№ п/п	Наименование ОПФ	Балансовая стоимость, млн руб.	Срок службы, лет	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, млн руб.
1	Здания и сооружения	154,56	40	2,5	3,86
2	Оборудование	359,15	10	10	35,92
3	Оборудование с коротким сроком службы	53,87	5	20	10,77
	Итого по оборудованию	413,02	–	–	46,69

Всего	567,58	–	–	50,55
-------	--------	---	---	-------

Таким образом, инвестиции в строительство цеха по производству три-фторида алюминия составляют 721,38 млн руб.

1.2.3 Материальные затраты

Для расчета затрат на сырье и материалы, топливо и энергию принимаем удельные нормы расхода используемых ресурсов и цены на них по данным производственной практики. Результаты расчетов материальных затрат сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Материальные затраты (В = 45000 т/год)

Наименование затрат	Ед. изм.	Цена, руб./ед.	На 1 тонну		На весь выпуск	
			кол-во	сумма, руб.	кол-во, тыс. ед.	сумма, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1. Сырье и материалы:						
1.1 Кислота фтороводородная	т	7800,00	0,84	6552,00	37,80	294840,00
1.2 Гидроксид алюминия	т	7250,00	0,67	4857,50	30,15	218587,50
1.3 Шары стальные	кг	5,52	0,15	0,83	6,75	37,26
1.4 Ткань фильтровальная	м ²	42,23	0,11	4,64	4,95	209,04
1.5 Ткань полиэфирная	м ²	52,53	0,62	32,57	27,90	1465,59
1.6 Проволока	кг	50,00	0,05	2,50	2,25	112,50
1.7 Мешки бумажные	шт.	5,00	29	145	1305,00	6525,00
1.8 Пленка полиэтиленовая	кг	20,00	1,34	26,80	60,30	1206,00
Итого по статье 1	–	–	–	11621,84	–	522982,89
2 Топливо и энергия на технологические нужды:						
2.1 Газ природный	нм ³	1,00	339,80	339,80	15291,00	15291,00

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6	7
2.2 Электроэнергия	кВт·ч	1,20	578,20	693,84	26019,00	31222,80
2.3 Вода техническая	м ³	1,00	4,00	4,00	180,00	180,00
2.4 Сжатый воздух	тыс. м ³	100,00	1,20	120,00	54,00	5400,00
2.5 Теплоэнергия	Гкал	191,70	0,66	126,52	29,70	5693,49
Итого по статье 2	–	–	–	1284,16	–	57787,29
Всего	–	–	–	12906,00	–	580770,18

1.2.4 Численность работающих и фонд заработной платы

Расчет численности рабочих начинаем с разработки проектного баланса рабочего времени на одного рабочего на основе практических заводских данных (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Баланс рабочего времени

№ п/п	Показатель	Непрерывное производство 8-часовая рабочая смена	Периодическое производство 8-часовая рабочая смена
1	Календарное число дней	365	365

2	Выходные и нерабочие дни согласно графику сменности	91	104
3	Праздничные дни	–	12
4	Номинальный фонд рабочего времени, дн.	274	249
5	Невыходы по причинам – всего, дн. В том числе: основные и дополнительные отпуска болезни и декретные отпуска выполнение государственных обязанностей прочие	35 28 6 0,5 0,5	35 28 6 0,5 0,5
6	Действительный (эффективный) фонд рабочего времени, дн.	239	214
7	То же, ч	1912	1712

Работа в новом цехе для основных рабочих и дежурного персонала из числа вспомогательных рабочих будет организована по следующему режиму (непрерывному): восьмичасовая рабочая смена; три смены в сутки; без остановок в выходные и праздничные дни; сменоборот – 16 дней (4 бригады), из них 12 выходов на работу. Для остальных вспомогательных рабочих (ремонтного персонала) предполагается пятидневная рабочая неделя с одной восьмичасовой рабочей сменой.

По данным таблицы 1.5 определяем коэффициент подмены.

1. Для непрерывного режима $\kappa_n^{непрер} = 365:239 = 1,53$.

2. Для периодического режима $\kappa_n^{пер.} = 249:214 = 1,16$.

Состав и явочную численность рабочих принимаем по данным практики. Расчет списочной численности рабочих определяем по формуле (2.14 методических материалов) и приводим в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Расчет списочной численности рабочих цеха

Наименование групп и профессий рабочих	Разряд	Количество смен в сутки	Явочное число, чел.		Коэффициент подмены	Списочное число рабочих, чел.
			в смену	сутки		
Основные рабочие:						
1 Репульпаторщик	3	3	1	3	1,53	4,59
2 Машинист крана	3	3	1	3	1,53	4,59
3 Аппаратчик варки	4	3	6	18	1,53	27,54
4 Аппаратчик фильтрации	4	3	3	9	1,53	13,77
5 Аппаратчик сушки	5	3	3	9	1,53	13,77
6 Аппаратчик дозирования	4	3	1	3	1,53	4,59
7 Аппаратчик очистки газа	4	3	1	3	1,53	4,59
Итого	–	–	16	48	–	73
Вспомогательные рабочие:						
1. Дежурный слесарь	4	3	1	3	1,53	4,59

2. Дежурный электрик	4	3	1	3	1,53	4,59
3. Слесарь-ремонтник	4	1	10	10	1,16	11,60
4. Электромонтер	4	1	6	6	1,16	6,96
5. Электрогазосварщик	4	1	5	5	1,16	5,80
Итого	–	–	23	27	–	34
Всего	–	–	39	75	–	107

Численность основных рабочих составляет 73 человека, вспомогательных – 34 человека, общая численность рабочих – 107 человек. Численность руководителей, специалистов и служащих принимаем в соответствии со штатным расписанием (по данным практики) – 15 человек. Таким образом, численность работающих составляет 122 человека.

Производительность труда одного рабочего: $\frac{45000}{107} = 420,56$ т/чел.

Производительность труда одного работающего: $\frac{45000}{122} = 368,85$ т/чел.

Годовой фонд заработной платы работающих рассчитываем согласно п.п. 2.4 (таблицы 1.7,1.8). Годовой фонд заработной платы рабочих (основных и вспомогательных) – 10921,20 тыс. руб. Фонд заработной платы руководителей, специалистов и служащих – 2699,40 тыс. руб. Всего годовой фонд заработной платы работающих составит 13620,60 тыс. руб.

Среднемесячная заработная плата одного рабочего:

$$\frac{10921,20}{107 \cdot 12} = 8,51 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Среднемесячная заработная плата одного работающего:

$$\frac{13620,60}{122 \cdot 12} = 9,30 \text{ тыс. руб./чел.}$$

1.2.5 Накладные расходы

При определении накладных расходов производим расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (таблица 4.9), цеховых расходов (таблица 1.10), общехозяйственных расходов и прочих производственных расходов.

Таблица 1.9 – Смета РСЭО

Номер строки	Наименование расходов	Расчет	Сумма, млн руб.
1	Содержание и эксплуатация оборудования	$413,02 \cdot 0,02$	8,26
2	Ремонт оборудования	$413,02 \cdot 0,10$	41,30
3	Фонд заработной платы вспомогательных рабочих	Данные таблицы 4.7	2,74
4	Страховые взносы	$2,74 \cdot 0,26$	0,71
5	Прочие расходы	$(8,26 + 41,30 + 2,74 + 0,71) \cdot 0,20$	10,60
Всего			63,60

Величину общехозяйственных и прочих производственных расходов

рассчитываем укрупненно в размере 20 % от стоимости передела:

$$(57,79 + 8,18 + 8,18 \times 0,26 + 50,55 + 63,60 + 21,17)0,20 = 40,68 \text{ млн руб.}$$

Результаты расчетов накладных расходов сводим в таблицу 1.11.

Таблица 1.7 – Расчет годового фонда заработной платы рабочих

Наименование профессий и групп рабочих	Тарифный разряд	Списочное число рабочих, чел.	Действие- льный фонд рабочего времени, чел.·ч		Система оплаты труда	Часовая тарифная ставка, руб.	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.							Фонд дополнительной заработной платы, тыс. руб.	Всего годовой фонд заработной платы рабочих, тыс. руб.
			одного рабочего	всех рабочих			фонд заработной платы по тарифу	доплаты			итого фонд основной заработной платы	фонд основной зара- ботной платы с учетом районного коэффициента			
								за работу в вечерние и ночные смены	за работу в праздничные дни	премии					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Основные рабочие								20 %	3,28 %	40 %	15 %		12 %		
1 Репульпаторщик	3	4,59	1912	8776	Повременно-премиальная	20,89	183,33	36,67	6,01	73,34	299,35	344,25	41,31	385,56	
2 Машинист крана	3	4,59	1912	8776		20,89	183,33	36,67	6,01	73,34	299,35	344,25	41,31	385,56	
3 Аппаратчик варки	4	27,54	1912	52656		27,69	1458,04	291,61	47,82	583,22	2380,69	2737,79	328,54	3066,33	
4 Аппаратчик фильтрации	4	13,77	1912	26328		27,69	729,02	145,80	23,91	291,61	1190,34	1368,89	164,27	1533,16	
5 Аппаратчик сушки	5	13,77	1912	26328		32,34	851,45	170,29	27,93	340,58	1390,25	1598,79	191,85	1790,64	
6 Аппаратчик дозирования	4	4,59	1912	8776		27,69	243,01	48,60	7,97	97,20	396,78	456,30	54,76	511,06	
7 Аппаратчик очистки газа	4	4,59	1912	8776		27,69	243,01	48,60	7,97	97,20	396,78	456,30	54,76	511,06	
Итого	—	73	—	140416		—	3891,19	778,24	127,62	1556,49	6353,54	7306,57	876,79	8183,37	

Продолжение таблицы 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вспомогательные рабочие											30 %			
1 Дежурный слесарь	5	4,59	1912	8776	Повременно-премиальная	28,65	251,43	50,29	8,25	75,43	385,40	443,21	53,19	496,40
2 Дежурный электрик	5	4,59	1912	8776		28,65	251,43	50,29	8,25	75,43	385,40	443,21	53,19	496,40
3 Слесарь-ремонтник	4	11,60	1712	19859		24,54	487,34	–	–	146,20	633,54	728,57	87,43	816,00
4 Электромонтер	4	6,96	1712	11916		24,54	292,42	–	–	87,73	380,15	437,17	52,46	489,63
5 Электрогазосварщик	4	5,80	1712	9930		24,54	243,68	–	–	97,47	341,15	392,32	47,08	439,40
Итого	–	34	–	59257		–	1526,30	100,58	16,50	482,26	2125,64	2444,49	293,34	2737,83
Всего	–	107	–	199673		–	5417,49	878,82	144,12	2038,75	8479,18	9751,06	1170,14	10921,20

Таблица 1.8 – Расчет годового фонда заработной платы руководителей, специалистов и служащих, МОП

Занимаемая должность	Количество персонала, чел.	Оклад в месяц, руб.	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.							Фонд дополнительной заработной платы, тыс. руб.	Всего годовой фонд заработной платы, тыс. руб.
			сумма окладов работников за 11 месяцев	доплаты				итого фонд основной заработной платы	фонд основной заработной платы с учетом районного коэффициента		
				за работу в вечерние и ночные смены	за работу в праздничные дни	премии	за вредность				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Руководители 1 Начальник цеха	1	15000	165,00	–	–	82,50	16,50	264,00	303,60	36,43	340,03

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2 Зам. начальника цеха	1	13000	143,00	—	—	71,50	14,30	228,80	263,12	31,57	294,69
3 Сменный мастер	4	8750	385,00	77,00	12,63	192,50	38,50	705,63	811,47	97,38	908,85
4 Мастер по ремонту оборудования	1	10000	110,00	—	—	55,00	11,00	176,00	202,40	24,29	226,69
Итого	7		803,00	77,00	12,63	401,50	80,30	1374,43	1580,59	189,67	1770,26
Специалисты											
1 Механик цеха	1	12000	132,00	—	—	66,00	13,20	211,20	242,88	29,14	272,02
2 Энергетик цеха	1	12000	132,0	—	—	66,00	13,20	211,20	242,88	29,14	272,02
3 Технолог	1	8850	97,35	—	—	48,68	9,74	155,77	179,13	21,50	200,63
Итого	3		361,35	—	—	180,68	36,14	578,17	664,88	79,79	744,67
Служащие											
1 Кладовщик	1	2700	29,70	—	—	8,91	2,97	41,58	47,82	5,74	53,56
Итого	1		29,70	—	—	8,91	2,97	41,58	47,82	5,74	53,56
МОП											
1 Уборщик производственных и служебных помещений	4	1650	72,60	—	—	21,78	7,26	101,64	116,89	14,03	130,92
Итого	4	—	72,60	—	—	21,78	7,26	101,64	116,89	14,03	130,92
Всего	15	—	1266,65	77,00	12,63	612,87	126,67	2095,82	2410,18	289,22	2699,40

Таблица 1.10 – Смета цеховых расходов

№ стр.	Наименование расходов	Расчет	Сумма, млн руб.
1	Фонд заработной платы руководителей, специалистов и служащих	Данные таблицы 4.8	2,70
2	Взносы на социальное страхование	$2,70 \cdot 0,26$	0,70
3	Содержание зданий и сооружений	$154,56 \cdot 0,05$	7,73
4	Ремонт зданий и сооружений	$154,56 \cdot 0,02$	3,09
5	Затраты на охрану труда	$(10,92 + 2,70)0,20$	2,72
6	Прочие цеховые расходы	$(2,70 + 0,70 + 7,73 + 3,09 + 2,72)0,25$	4,23
Всего			21,17

Таблица 1.11 – Смета накладных расходов

№ стр.	Наименование расходов	Расчет	Сумма, млн руб.
1	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (без амортизации)	Данные таблицы 4.9	63,60
2	Цеховые расходы	Данные таблицы 4.10	21,17
3	Общехозяйственные и прочие производственные расходы	См. расчет	40,68
Всего		–	125,45

Из таблицы 1.11 видно, что расходы, связанные с управлением, организацией и обслуживанием производства, составляют 125,45 млн руб.

1.2.6 Себестоимость продукции

Проектная калькуляция полной себестоимости трифторида алюминия представлена в таблице 4.12.

Затраты по статье «Коммерческие расходы» принимаем равными 6 % от производственной себестоимости. На единицу продукции они будут равны $17,04 \cdot 0,06 = 1,03$ тыс. руб./т, на весь выпуск – $767,08 \cdot 0,06 = 46,02$ млн руб.

Таким образом, полная себестоимость 1 т трифторида алюминия составит 18,07 тыс. руб./т, а себестоимость всего выпуска – 813,10 млн руб.

Исходя из анализа структуры себестоимости трифторида алюминия можно сделать вывод, что это производство является материалоемким (доля сырья и материалов в себестоимости более 60 %).

Таблица 1.12 – Калькуляция себестоимости трифторида алюминия

Годовой выпуск – 45000 т.

Стоимость основных производственных фондов – 567,58 млн руб.

Здания и сооружения – 154,56 млн руб.

Оборудование – 413,02 млн руб.

Калькуляционная единица – 1 тонна.

Наименование статей расходов	На единицу продукции, тыс. руб.	На весь выпуск, млн руб.	Процент к итогу
1. Сырье и материалы	11,62	522,98	64,38
2. Топливо и энергия на технологические нужды	1,28	57,79	7,09
3. ФЗП основных рабочих	0,19	8,18	1,00
4. Страховые взносы (30 % к ФЗП)	0,05	2,13	0,28
5. Амортизация ОПФ	1,12	50,55	6,20
6. РСЭО	1,41	63,60	7,81
7. Цеховые расходы	0,47	21,17	2,60
Цеховая себестоимость	16,14	726,40	-
8. Общехозяйственные и прочие производственные расходы	0,90	40,68	4,99
Производственная себестоимость	17,04	767,08	-
9. Коммерческие расходы	1,03	46,02	5,65
Полная себестоимость	18,07	813,10	100,00

Отпускную цену на трифторид алюминия принимаем на уровне сложившихся на рынке цен на эту продукцию – 22,70 тыс. руб./т.

Рассчитаем рентабельность продукции по 2.14:

$$\frac{22,70 - 18,07}{18,07} \cdot 100\% = 25,62\%.$$

1.3 Сроки реализации проекта

Строительство цеха по производству трифторида алюминия предполагается осуществить за два года. При этом в течение первого года планируется:

- приобрести земельный участок – 6,12 млн руб.;
- подготовить площадку для строительства – 4,64 млн руб.;
- освоить 60 % вложений в строительство зданий – 92,74 млн руб.;
- приобрести, доставить и установить 30 % оборудования – 123,91 млн руб.

В течение второго года планируется осуществить остальные затраты, предусмотренные проектом, в том числе:

- затраты на подготовку производства – 33,04 млн руб.;

Таблица 1.13 – Общие инвестиции, млн руб.

№ стр.	Элементы инвестиций	Годы инвестиционного периода по порядку												Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Строительство		Освоение		Полная производственная мощность								
1	Приобретение земельного участка	6,12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6,12
2	Подготовка строительной площадки	4,64	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,64
3	Строительство зданий и сооружений	92,74	61,82	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	154,56
4	Приобретение лицензий	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Приобретение, доставка и монтаж оборудования	123,91	289,11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	413,02
6	Замещение оборудования с коротким сроком службы	–	–	–	–	–	–	–	53,87	–	–	–	–	53,87
7	Подготовка производства	–	33,04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	33,04
8	Оборотный капитал	–	–	39,29	8,42	8,42	–	–	–	–	–	–	–	56,13
Итого		227,41	383,97	39,29	8,42	8,42	–	–	53,87	–	–	–	–	721,38

Период освоения производства (в % мощности) составит:

– 1-й год производства (3-й год реализации проекта) – 50 %;

– 2-й год производства (4-й год реализации проекта) – 75 %;

Общий период производства исходя из срока службы ведущего оборудования – 10 лет.

Общий срок жизни инвестиций – 12 лет.

Оборотный капитал распределен следующим образом: в 1-м году производства – 70 %, во 2-м – 15 %, в 3-м – 15 %.

1.4 Оценка коммерческой эффективности ИП

1.4.1 Общие инвестиции

Распределение инвестиций по годам реализации проекта осуществляем на основе данных таблицы 1.2 и п.п.1.3 и приводим в таблице 1.13.

Для определения ликвидационной стоимости проекта рассчитаем остаточную стоимость основных производственных фондов (таблица 1.14).

Таблица 1.14 – Расчет остаточной стоимости ОПФ

Наименование ОПФ	Балансовая стоимость, млн руб.	Норма амортизации, %	Фактический срок службы, лет	Остаточная стоимость, млн руб.
Здания и сооружения	154,56	2,5	10	115,92
Оборудование	359,15	10	10	0
Оборудование с коротким сроком службы	53,87	20	5	0
Всего	567,58	–	–	115,92

Определим ликвидационную стоимость как сумму стоимости земельного участка, остаточной стоимости основных фондов и оборотного капитала:

$$6,12 + 115,92 + 56,13 = 178,17 \text{ млн руб.}$$

1.4.2 Производственные издержки

Для расчета производственных издержек составляем производственную программу (таблица 1.15) в соответствии с графиком реализации проекта, который предполагает, что полное освоение производственной мощности будет достигнуто на пятом году реализации проекта.

Для определения суммы издержек на производство продукции в период неполного освоения мощности необходимо в нашем проекте выделить переменную и постоянную часть в составе издержек.

Таблица 1.15 – Производственная программа

Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Освоение		Полная производственная мощность							
Процент освоения производственной мощности, %	50	75	100	100	100	100	100	100	100	100
Объем производства, тыс. т	22,50	33,75	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Объем производства, млн руб.	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50

Таблица 1.16 – Производственные издержки, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку										Итого
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Освоение		Полная производственная мощность								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Процент освоения производственной мощности, %	50	75	100	100	100	100	100	100	100	100	–
2	Издержки на материалы	290,39	435,58	580,77	580,77	580,77	580,77	580,77	580,77	580,77	580,77	5372,12
3	Издержки на ФЗП основных рабочих	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	8,18	81,80
4	Страховые взносы (26 %)	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	21,30
5	Накладные расходы	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	125,45	1254,50
6	Издержки на сбыт	23,01	34,52	46,02	46,02	46,02	46,02	46,02	46,02	46,02	46,02	425,69
7	Операционные издержки	449,16	605,86	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	7155,42
8	Амортизационные отчисления	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	50,55	505,50
9	Общие издержки	499,71	656,41	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	7660,92

	(полная себестоимость всего выпуска)											
10	Удельные общие (полная себестоимость единицы выпуска), тыс. руб./т	22,21	19,45	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	18,07	–

Таблица 1.17 – Отчет о прибылях и убытках, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку										Итого
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Освоение		Полная производственная мощность								
1	Выручка от реализации продукции	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	9448,88
2	Общие издержки	499,71	656,41	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	7660,92
3	Прибыль до вычета налогов	11,04	109,71	208,40	208,40	208,40	208,40	208,40	208,40	208,40	208,40	1787,95
4	Налог на прибыль	2,65	26,33	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	429,14
5	Чистая прибыль	8,39	83,38	158,38	158,38	158,38	158,38	158,38	158,38	158,38	158,38	1358,81
6	То же нарастающим итогом	8,39	91,77	250,15	408,53	566,91	725,29	883,67	1042,05	1200,43	1358,81	–

Таблица 1.18 – Денежные потоки для оценки коммерческой эффективности проекта, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку						
		1	2	3	4	5	6	7
	Операционная деятельность							
1	Выручка от реализации продукции	–	–	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50
2	Операционные издержки	–	–	449,16	605,86	762,55	762,55	762,55
3	Налог на прибыль	–	–	2,65	26,33	50,02	50,02	50,02
4	Денежный поток от операционной деятельности	–	–	58,94	133,93	208,93	208,93	208,93
	Инвестиционная деятельность							
5	Ликвидационная стоимость							
6	Общие инвестиции	227,41	383,97	39,29	8,42	8,42	–	–
7	Денежный поток от инвестиционной деятельности	-227,41	-383,97	-39,29	-8,42	-8,42	–	–
8	Денежный поток проекта, ЧД	-227,41	-383,97	19,65	125,51	200,51	208,93	208,93
9	То же нарастающим итогом	-227,41	-611,38	-591,73	-466,22	-265,71	-56,78	152,15
10	Коэффициент дисконтирования	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
11	Чистый дисконтированный доход, ЧДД	-206,74	-317,31	14,76	85,72	124,50	117,94	107,22
12	То же нарастающим итогом	-206,74	-524,05	-509,29	-423,57	-299,07	-181,13	-73,91

Продолжение таблицы 1.18

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку					Итого
		8	9	10	11	12	
1	Операционная деятельность Выручка от реализации продукции	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	9448,88
2	Операционные издержки	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	7155,42
3	Налог на прибыль	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	429,14
4	Денежный поток от операционной деятельности	208,93	208,93	208,93	208,93	208,93	1864,31
5	Инвестиционная деятельность Ликвидационная стоимость	–	–	–	–	178,17	178,17
6	Общие инвестиции	53,87	–	–	–	–	721,38
7	Денежный поток от инвестиционной деятельности	-53,87	–	–	–	178,17	-543,21
8	Денежный поток проекта, ЧД	155,06	208,93	208,93	208,93	387,10	1321,10
9	То же нарастающим итогом	307,21	516,14	725,07	934,00	1321,10	–
10	Коэффициент дисконтирования	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	–
11	Чистый дисконтированный доход, ЧДД	72,33	88,61	80,50	73,23	123,33	364,09
12	То же нарастающим итогом	-1,58	87,03	167,53	240,76	364,09	–

К переменным издержкам отнесем материальные затраты и издержки на сбыт, к постоянным – расходы на оплату труда основных рабочих-повременщиков с начислением, накладные расходы, амортизационные отчисления. Расчет производственных издержек по годам реализации проекта приведен в таблице 4.16.

7.4.3 Расчет прибыли и денежных потоков

Расчет выручки от реализации трифторида алюминия определяем в соответствии с производственной программой (таблица 4.15) по принятой ранее цене – 22,70 тыс. руб./т, принимаемой постоянной в течение всего периода производства. Расчет прибыли от реализации трифторида алюминия приведен в таблице 4.17.

Таблица денежных потоков (табл. 4.18) для оценки коммерческой эффективности проекта заполняется на основании выполненных выше расчетов (таблицы 4.13 – 4.17). Принимаем, что норма дисконта $E = 10 \%$.

7.4.4 Показатели коммерческой эффективности проекта

Чистый доход (ЧД) проекта указан в последнем столбце строки 9 таблицы 1.18: ЧД = 1321,10 млн руб. Из той же строки видно, что потребность в финансировании (ПФ) равна 611,38 млн руб.

Определим ЧДД проекта при норме дисконта $E = 10 \%$, приводя поток к моменту проектирования. Дисконтирующий множитель и дисконтированное сальдо суммарного потока приведены в строках 10 и 11, а ЧДД нарастающим итогом равен 364,09 млн руб. Таким образом, проект эффективен.

Потребность в дополнительном финансировании с учетом дисконта (ДПФ) равна 524,05 млн руб.

Момент окупаемости проекта (простой) также определяется на основании данных в строке 9 таблицы. Из нее видно, что он наступает в рамках седьмого года. Для уточнения положения момента окупаемости обычно принимается, что в пределах одного шага чистый денежный поток меняется линейно. Тогда расстояние Δ от начала шага до момента окупаемости определяется по формуле

$$\Delta = \frac{|P_{t-}|}{|P_{t-}| + |P_{t+}|}, \quad (1.1)$$

где $|P_{t-}|$ — отрицательная величина накопленного денежного потока на шаге до момента окупаемости;

$|P_{t+}|$ — положительная величина накопленного денежного потока на шаге до момента окупаемости.

В нашем случае $|P_{t-}| = -56,78$ млн руб., $|P_{t+}| = 152,15$ млн руб., тогда

$$\Delta = \frac{|-56,78|}{|-56,78| + 152,15} = \frac{56,78}{56,78 + 152,15} = 0,27 \text{ г.}$$

Таким образом, простой срок окупаемости составляет 6,27 г. или с начала производства 4,27 г.

Срок окупаемости с учетом дисконтирования, определяемый аналогично из строки 12 таблицы, наступает на девятом году. При более точном расчете с учетом

$$\Delta = \frac{|-1,58|}{|-1,58| + 87,03} = \frac{1,58}{1,58 + 87,03} = 0,02 \text{ г.}$$

определяем, что он окажется равным 8,02 г. или с начала производства 6,02 г.

ВНД определяется, исходя из строки 8 таблицы 4.18, подбором значения нормы дисконта. Возьмем две нормы дисконта — 20 и 21 %. Данные для расчета ВНД представлены в таблице 4.19. Далее, исходя из полученных значений ЧДД (20%) = 6,48 млн руб. и ЧДД (21 %) = –14,34 млн руб., определяем по формуле (3.4)

$$\text{ВНД} = 20 + \frac{6,48}{6,48 - (-14,34)}(21 - 20) = 20,31\%.$$

В результате получим $\text{ВНД} = 20,31\%$. Это еще раз подтверждает эффективность проекта, так как $\text{ВНД} > E$.

Определим индексы доходности проекта:

1. Расчет данных для определения индексов доходности затрат и дисконтированных затрат приводится в таблице 4.20. Индекс доходности затрат проекта равен 1,16 (9627,05/8305,95). Индекс доходности дисконтированных затрат – 1,08 (4685,89/4321,80).

2. Индекс доходности инвестиций (ИД) проекта: $\text{ИД} = 1 + \text{ЧД}/K = 1 + 1321,10/543,21 = 3,43$.

Для определения индекса доходности дисконтированных инвестиций (ИДД) найдем сумму дисконтированных инвестиций K :

$$227,41 \cdot 0,9091 + 383,97 \cdot 0,8264 + 39,29 \cdot 0,7513 + 8,42 \cdot 0,6830 + 8,42 \cdot 0,6209 + 53,87 \cdot 0,4665 - 178,17 \cdot 0,3186 = 461,12 \text{ млн руб.}$$

$$\text{Тогда ИДД} = 1 + \text{ЧДД} / \sum_{t=1}^{12} \hat{E}_t \alpha_t = 1 + 364,09/461,12 = 1,79.$$

Таким образом, индексы доходности проекта больше 1.

Для оценки устойчивости проекта к колебаниям спроса на продукцию определяем точку безубыточности (3.4) при полном освоении производственной мощности.

Постоянные издержки в общих затратах на весь выпуск:

$$8,18 + 2,13 + 125,45 + 50,55 = 186,31 \text{ млн руб.}$$

Переменные издержки на весь выпуск: $580,77 + 46,02 = 626,79 \text{ млн руб.}$

Удельные переменные издержки: $626790/45000 = 13,93 \text{ тыс. руб./т.}$

$$B_{\text{кр}} = \frac{186310}{22,70 - 13,93} = 21244 \text{ т.}$$

График для определения точки безубыточности приведен на рис. 4.1.

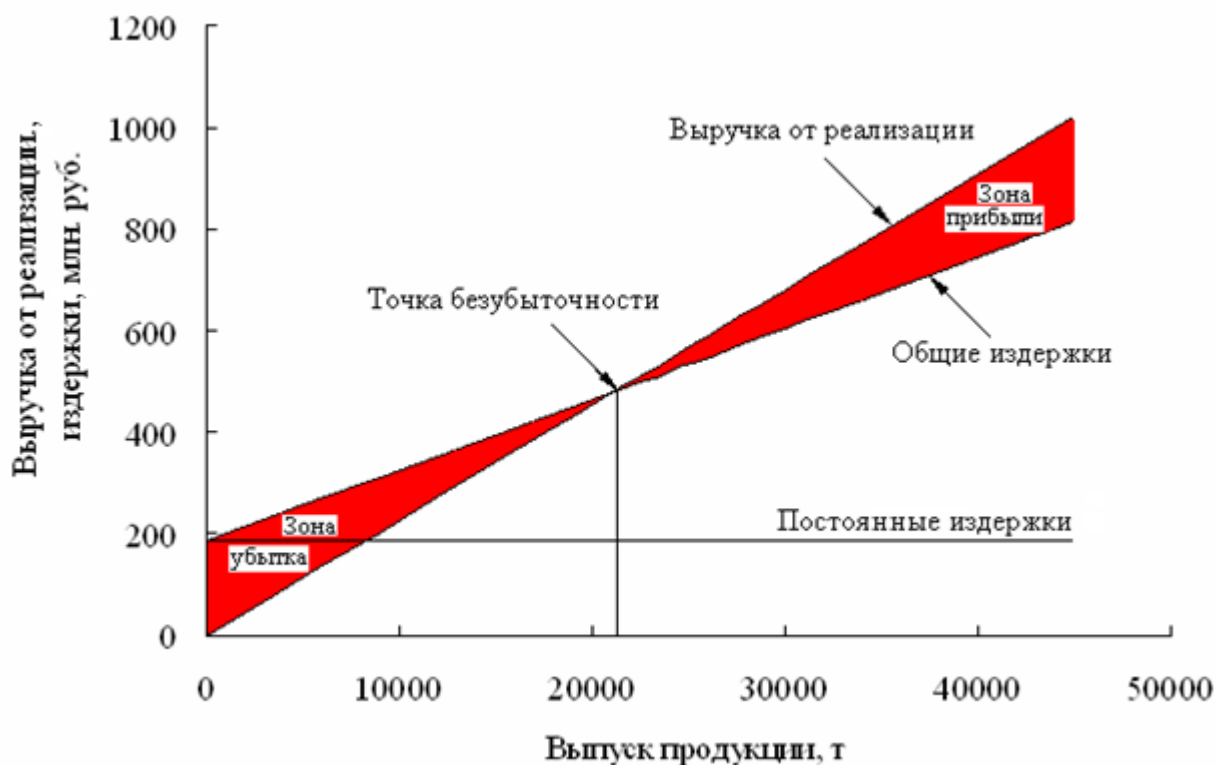


Рисунок 1.1 – График расчета точки безубыточности

Три главные линии показывают зависимость общих издержек, постоянных издержек и выручки от объема производства. Критический объем производства показывает объем производства 21244 т трифторида алюминия, при котором величина выручки равна ее общим издержкам на производство и реализацию продукции – 482,24 млн руб.

При уровне безубыточности – 0,47 (21244/45000) < 0,6-0,7 проект считается устойчивым к колебаниям спроса на продукцию.

Запас финансовой прочности определяет риск в проекте и может быть определен из соотношения:

$$\text{Запас финансовой прочности} = \frac{B - B_{\text{кр}}}{B} 100 \% . \quad (1.2)$$

$$\text{Запас финансовой прочности} = \frac{45000 - 21244}{45000} 100 \% = 52,8 \% .$$

Чем больше запас прочности, тем меньше риск.

Таблица 1.19 – Денежные потоки для определения ВНД, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Денежный поток проекта, ЧД	-227,41	-383,97	19,65	125,51	200,51	208,93	208,93	155,06	208,93	208,93	208,93	387,10
2	Коэффициент дисконтирования ($E = 20\%$)	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019	0,3349	0,2791	0,2326	0,1938	0,1615	0,1346	0,1122
3	Чистый дисконтированный доход, ЧДД ($E = 20\%$)	-189,50	-266,63	11,37	60,53	80,58	69,97	58,31	36,07	40,49	33,74	28,12	43,43
4	То же нарастающим итогом	-189,50	-456,13	-444,76	-384,23	-303,65	-233,68	-175,37	-139,30	-98,81	-65,07	-36,95	6,48
5	Коэффициент дисконтирования ($E = 21\%$)	0,8264	0,6830	0,5645	0,4665	0,3855	0,3186	0,2633	0,2176	0,1799	0,1486	0,1228	0,1015
6	Чистый дисконтированный доход, ЧДД ($E = 21\%$)	-187,93	-262,25	11,09	58,55	77,30	66,56	55,01	33,74	37,59	31,05	25,66	39,29
7	То же нарастающим итогом	-187,93	-450,18	-439,09	-380,54	-303,24	-236,68	-181,67	-147,93	-110,34	-79,29	-53,63	-14,34

Таблица 1.20 – Расчет данных для определения индекса доходности дисконтированных затрат, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Притоки	–	–	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50
2	Оттоки	227,41	383,97	491,10	640,61	820,99	812,57	812,57
3	Коэффициент дисконтирования ($E = 10\%$)	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
4	Притоки дисконтированные	–	–	383,73	523,26	634,25	576,64	524,23
5	Оттоки дисконтированные	206,74	317,31	368,96	437,54	509,75	458,70	417,01

Продолжение таблицы 1.20

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку					Итого
		8	9	10	11	12	
1	Притоки	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1199,67	9627,05
2	Оттоки	866,44	812,57	812,57	812,57	812,57	8305,95
3	Коэффициент дисконтирования ($E = 10\%$)	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	–
4	Притоки дисконтированные	476,53	433,22	393,79	358,03	382,21	4685,89
5	Оттоки дисконтированные	404,19	344,61	313,20	284,81	258,88	4321,80

С помощью финансового профиля проекта (рисунок 4.2) получаем наглядную графическую интерпретацию показателей коммерческой эффективности инвестиционного проекта.

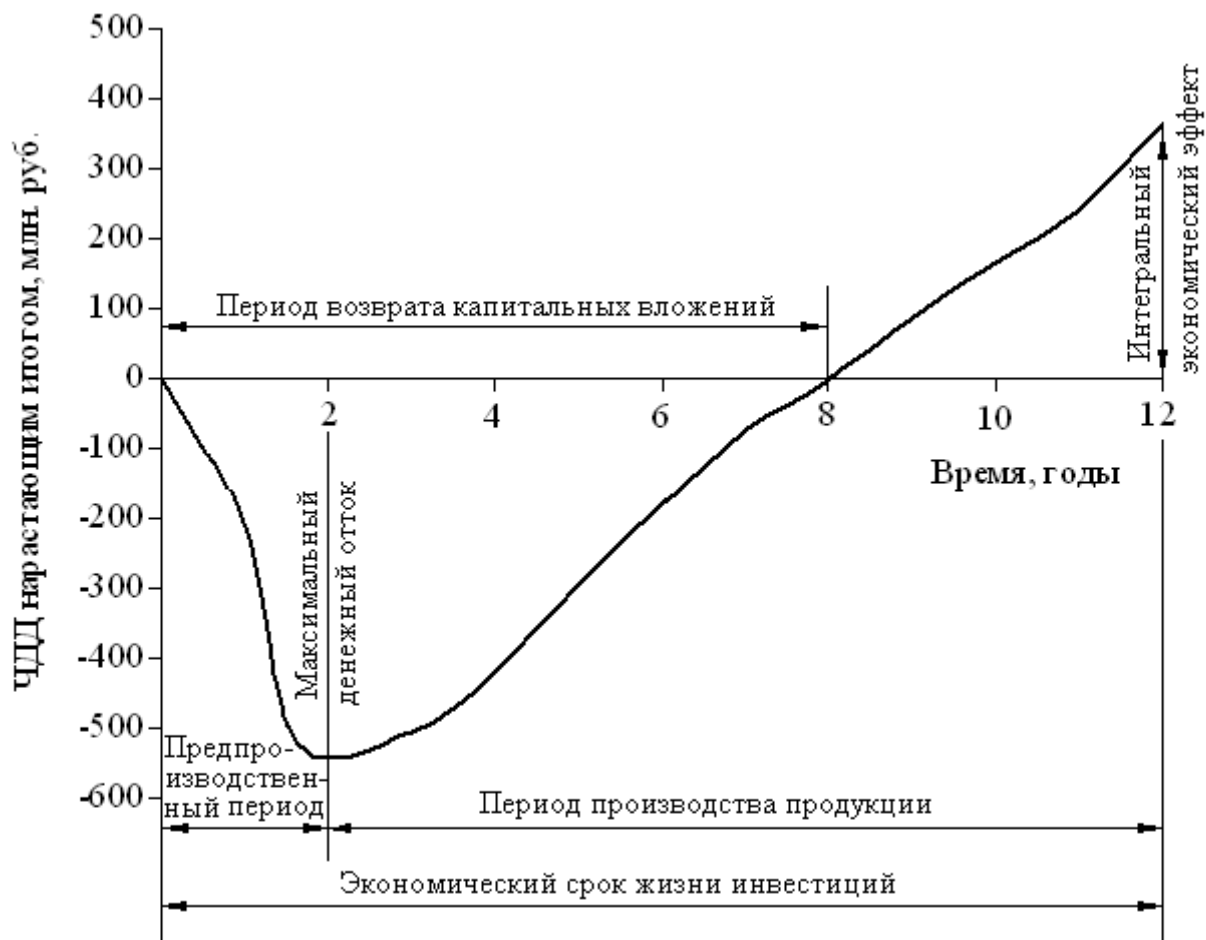


Рисунок 1.2 – Финансовый профиль проекта

1.5 Оценка эффективности участия предприятия в проекте

1.5.1 Источники и условия финансирования проекта

Финансирование проекта строительства цеха по производству три-фторида алюминия производится за счет собственных и заемных средств.

1. Акционерный (собственный) капитал, всего – 325,00 млн руб.,
в том числе: в 1-м году – 230,00 млн руб.,
во 2-м – 70,00 млн руб.,
в 3-м – 25,00 млн руб.

Размеры дивидендов по акциям – 5 % годовых. Сумма дивидендов в год составит $325 \cdot 0,05 = 16,25$ млн руб.

2. Кредит банка – 81,40 млн руб. (в 3-м году сроком на три года).

Ставка процентов – 15 % годовых. Возврат кредита будет осуществляться в 5-м и 6-м годах реализации проекта в равных долях (таблица 1.21).

Таблица 1.21 – Расчет процентов по кредиту банка, млн руб.

Показатель	Годы реализации проекта по порядку	Итого
------------	------------------------------------	-------

	2	3	4	5	6	
Возврат кредита	–	–	–	40,70	40,70	81,40
Остаток кредита	–	81,40	81,40	40,70	–	–
Проценты по кредиту банка	–	–	12,21	12,21	6,11	30,53

3. Кредиты партнеров – 315,00 млн руб. (во 2-м году сроком на пять лет).

Ставка процентов – 10 % годовых. Возврат кредитов будет осуществляться в 5-м, 6-м и 7 м годах реализации проекта в суммах 60,00, 120,00 и 135,00 млн руб. соответственно (таблица 1.22).

Таблица 1.22 – Расчет процентов по кредитам партнеров, млн руб.

Показатель	Годы реализации проекта по порядку						Итого
	2	3	4	5	6	7	
Возврат кредитов	–	–	–	60,00	120,00	135,00	315,00
Остаток кредитов	315,00	315,00	315,00	255,00	135,00	–	
Проценты по кредитам партнеров	–	31,50	31,50	31,50	25,50	13,50	133,50

Таким образом, к концу 7-го года реализации будет возвращена вся сумма кредитов и будут погашены проценты по ним.

Источники и условия финансирования проекта строительства цеха по производству трифторида алюминия представлены в таблице 1.23. Расчет общей суммы возвратов кредитов и оплаты процентов за кредиты (финансовых издержек) представлен в таблице 1.24.

1.5.2 Отчет о движении денежных средств

В денежном потоке от операционной деятельности учитываются льготы по налогу на прибыль при возврате и обслуживании инвестиционных займов (таблица 1.25).

Сводный отчет о движении денежных средств (таблица 1.26) позволяет судить о финансовой реализуемости проекта. Проект является финансово реализуемым, так как на каждом шаге расчетного периода в течение всего срока жизни ИП сальдо денежной наличности является неотрицательным.

Таблица 1.23 – Источники финансирования, млн руб.

№ стр.	Наименование источников	Годы инвестиционного периода по порядку												Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Строительство		Освоение		Полная производственная мощность								
1	Акционерный капитал	230,00	70,00	25,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	325,00
2	Кредиты банков	–	–	81,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	81,40
3	Кредиты партнеров	–	315,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	315,00
Итого		230,00	385,00	106,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	721,40

Таблица 1.24 – Финансовые издержки, млн руб.

№ стр.	Элементы источников	Годы инвестиционного периода по порядку												Итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Строительство		Освоение		Полная производственная мощность								
1	Возврат кредита банка		–	–	–	40,70	40,70	–	–	–	–	–	–	81,40
2	Возврат кредитов партнеров		–	–	–	60,00	120,00	135,00	–	–	–	–	–	315,00
3	Итого			–	–	100,70	160,70	135,00	–	–	–	–	–	396,40
4	Выплата процентов по кредиту банка	–	–	–	12,21	12,21	6,11	–	–	–	–	–	–	30,53
5	Выплата процентов по кредитам партнеров	–	–	31,50	31,50	31,50	25,50	13,50	–	–	–	–	–	133,50
6	Итого	–	–	31,50	43,71	43,71	31,61	13,50	–	–	–	–	–	164,03
Всего				31,50	43,71	144,41	192,32	148,50	–	–	–	–	–	560,43

Таблица 1.25 – Отчет о прибылях и убытках для оценки эффективности участия предприятия в проекте, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку										Итого
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Освоение		Полная производственная мощность								
1	Выручка от реализации продукции	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	9448,88
2	Общие издержки	499,71	656,41	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	813,10	7660,92
3	Выплата процентов по кредитам	31,50	43,71	43,71	31,61	13,50	–	–	–	–	–	164,03
4	Прибыль до вычета налогов	-20,46	66,00	164,69	176,79	194,90	208,40	208,40	208,40	208,40	208,40	1623,92
5	Налог на прибыль	–	15,84	39,53	42,43	46,78	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	394,68
6	Чистая прибыль	-20,46	50,16	125,16	134,36	148,12	158,38	158,38	158,38	158,38	158,38	1229,24
7	То же нарастающим итогом	-20,46	29,70	154,86	289,22	437,34	595,72	754,10	912,48	1070,86	1229,24	–

Таблица 1.26 – Отчет о движении денежных средств, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Операционная деятельность Выручка от реализации продукции	–	–	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50
2	Операционные издержки	–	–	449,16	605,86	762,55	762,55	762,55
3	Налог на прибыль	–	–	–	15,84	39,53	42,43	46,78
4	Денежный поток от операционной деятельности	–	–	61,59	144,42	219,42	216,52	212,17
	Инвестиционная деятельность							
5	Денежный поток от инвестиционной деятельности	-227,41	-383,97	-39,29	-8,42	-8,42	–	–
	Финансовая деятельность							
6	Собственный капитал	230,00	70,00	25,00	–	–	–	–
7	Кредиты	–	315,00	81,40	–	–	–	–
8	Возврат кредитов	–	–	–	–	100,70	160,70	135,00
9	Выплата процентов по кредитам	–	–	31,50	43,71	43,71	31,61	13,50
10	Выплата дивидендов	–	–	–	–	16,25	16,25	16,25
11	Денежный поток от финансовой деятельности	230,00	385,00	74,90	-43,71	-160,66	-208,56	-164,75
12	Сальдо трех потоков	2,59	1,03	97,20	92,29	50,34	7,96	47,42
13	То же нарастающим итогом	2,59	3,62	100,82	193,11	243,45	251,45	298,83

Продолжение таблицы 1.26

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку					Итого
		8	9	10	11	12	
1	Операционная деятельность Выручка от реализации продукции	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	9448,88
2	Операционные издержки	762,55	762,55	762,55	762,55	762,55	7155,42
3	Налог на прибыль	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	394,68
4	Денежный поток от операционной деятельности	208,93	208,93	208,93	208,93	208,93	1898,78
5	Инвестиционная деятельность Денежный поток от инвестиционной деятельности	-53,87	—	—	—	178,17	-543,21
6	Финансовая деятельность Собственный капитал		—	—	—	—	325,00
7	Кредиты	—	—	—	—	—	396,40
8	Возврат кредитов	—	—	—	—	—	396,40
9	Выплата процентов по кредитам	—	—	—	—	—	164,03
10	Выплата дивидендов	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25	162,50
11	Денежный поток от финансовой деятельности	-16,25	-16,25	-16,25	-16,25	-16,25	-1,53
12	Сальдо трех потоков	138,81	192,68	192,68	192,68	370,85	1386,53
13	То же нарастающим итогом	437,64	630,32	823,00	1015,68	1386,53	—

Таблица 1.27 – Денежные потоки для оценки эффективности участия предприятия в проекте, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Сумма трех потоков денежных средств	2,59	1,03	97,20	92,29	50,34	7,96	47,42
2	Собственный капитал	230,00	70,00	25,00	–	–	–	–
3	Поток для оценки собственного капитала, ЧД	-227,41	-68,97	72,70	92,29	50,34	7,96	47,42
4	То же нарастающим итогом	-227,41	-296,38	-224,18	-132,39	-81,55	-73,59	-26,17
5	Коэффициент дисконтирования ($E = 10\%$)	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
6	Чистый дисконтированный доход, ЧДД	-206,74	-57,00	54,60	63,03	31,26	4,49	24,34
7	То же нарастающим итогом	-206,74	-263,74	-209,14	-146,11	-114,85	-110,36	-86,02

Продолжение таблицы 1.27

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку					Итого
		8	9	10	11	12	
1	Сумма трех потоков денежных средств	138,81	192,68	192,68	192,68	370,85	1386,53
2	Собственный капитал	–	–	–	–	–	325,00
3	Поток для оценки собственного капитала, ЧД	138,81	192,68	192,68	192,68	370,85	1061,53
4	То же, нарастающим итогом	112,64	305,32	498,00	690,68	1061,53	–
5	Коэффициент дисконтирования ($E = 10\%$)	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	–
6	Чистый дисконтированный доход, ЧДД	64,75	81,71	74,28	67,53	118,15	320,40
7	То же нарастающим итогом	-21,27	60,44	134,72	202,25	320,40	–

1.5.3 Показатели эффективности участия предприятия в проекте

Расчет денежных потоков для оценки эффективности участия предприятия в проекте приведен в таблице 1.27.

ЧД = 1061,53 млн руб. ЧДД нарастающим итогом равен 320,40 млн руб. ($E = 10\%$).

Момент окупаемости проекта (простой) наступает в рамках восьмого года. $|P_{t-}| = -26,17$ млн руб., $|P_{t+}| = 112,64$ млн руб., тогда согласно формуле (3.5):

$$\Delta = \frac{|-26,17|}{|-26,17| + 112,64} = \frac{26,17}{26,17 + 112,64} = 0,20 \text{ г.}$$

Таким образом, простой срок окупаемости составляет 7,20 г. или с начала производства 5,20 г.

Срок окупаемости с учетом дисконтирования наступает на девятом году. При более точном расчете с учетом Δ определяем, что он окажется равным 8,26 г. или с начала производства 6,26 г.

$$\Delta = \frac{|-21,27|}{|-21,27| + 60,44} = \frac{21,27}{21,27 + 60,44} = 0,26 \text{ г.}$$

ВНД определяем подбором значения нормы дисконта. Данные для расчета ВНД представлены в таблице 1.28.

Возьмем две нормы дисконта — 23 и 24 %. Далее, исходя из полученных ЧДД (23 %) = 24,32 млн руб. и ЧДД (24 %) = -0,01 млн руб., определяем по выражению (3.4) методических рекомендаций.

$$\text{ВНД} = 23 + \frac{24,32}{24,32 - (-0,01)} (24 - 23) = 24\%.$$

В результате получим $\text{ВНД} = 24\%$. Это еще раз подтверждает эффективность проекта, так как $\text{ВНД} > E$.

Определим индексы доходности проекта:

1. Расчет данных для определения индексов доходности затрат и дисконтированных затрат приводится в таблице 4.29. Индекс доходности затрат проекта равен 1,12 (10023,45/8960,21). Индекс доходности дисконтированных затрат – 1,07 (5007,33/4683,29).

2. Индекс доходности инвестиций (ИД) проекта:

$$\text{ИД} = 1 + \text{ЧД}/K = 1 + 1061,53/543,21 = 2,95.$$

Индекс доходности дисконтированных инвестиций (ИДД):

$$\text{ИДД} = 1 + \text{ЧДД} / \sum_{t=1}^{12} \hat{E}_t \alpha_t = 1 + 320,40/461,12 = 1,69.$$

Таким образом, индексы доходности проекта больше 1.

Таблица 1.28 – Денежные потоки для определения ВНД для оценки участия предприятия в проекте, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Поток для оценки собственного капитала, ЧД	-227,41	-68,97	72,70	92,29	50,34	7,96	47,42	138,81	192,68	192,68	192,68	370,85
2	Коэффициент дисконтирования ($E = 23\%$)	0,8130	0,6610	0,5374	0,4369	0,3552	0,2888	0,2348	0,1909	0,1552	0,1262	0,1026	0,0834
3	Чистый дисконтированный доход, ЧДД ($E = 23\%$)	-184,88	-45,59	39,07	40,32	17,88	2,30	11,13	26,50	29,90	24,32	19,77	30,93
4	То же нарастающим итогом	-186,41	-232,75	-192,72	-151,06	-132,43	-130,02	-118,27	-89,98	-57,80	-31,42	-9,80	24,32
5	Коэффициент дисконтирования ($E = 24\%$)	0,8065	0,6504	0,5245	0,4230	0,3411	0,2751	0,2218	0,1789	0,1443	0,1164	0,0938	0,0757
6	Чистый дисконтированный доход, ЧДД ($E = 24\%$)	-183,41	-44,85	38,13	39,04	17,17	2,19	10,52	24,83	27,80	22,43	18,07	28,07
7	То же нарастающим итогом	-183,41	-228,26	-190,13	-151,09	-133,92	-131,73	-121,21	-96,38	-68,58	-46,15	-28,08	-0,01

Таблица 1.29 – Расчет данных для определения индекса доходности дисконтированных затрат для собственного капитала, млн руб.

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Притоки от операционной и инвестиционной деятельности	–	–	510,75	766,12	1021,50	1021,50	1021,50
2	Кредиты	–	315,00	81,40				
3	Итого притоки	–	315,00	592,15	766,12	1021,50	1021,50	1021,50
4	Общие инвестиции	227,41	383,97	39,29	8,42	8,42	–	–
5	Оттоки от операционной деятельности (табл. 4.26 стр. 2 + 3)	–	–	449,16	621,70	802,08	804,98	809,33
6	Оттоки от финансовой деятельности (табл. 4.24 + табл.4.26 стр. 10)	–	–	31,50	43,71	160,66	208,57	164,75
7	Итого оттоки	227,41	383,97	519,95	673,83	971,16	1013,55	974,08
8	Коэффициент дисконтирования ($E = 10\%$)	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
9	Притоки дисконтированные	–	260,32	444,88	523,26	634,25	576,64	524,23
10	Оттоки дисконтированные	206,74	317,31	390,64	460,22	602,99	572,15	499,90

Продолжение таблицы 1.29

№ стр.	Показатель	Годы инвестиционного периода по порядку					Итого
		8	9	10	11	12	
1	Притоки от операционной и инвестиционной деятельности	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	1199,67	9627,05
2	Кредиты	–	–	–	–	–	396,40
3	Итого притоки	1021,50	1021,50	1021,50	1021,50	2067,27	10023,45
4	Общие инвестиции	53,87	–	–	–	–	721,38
5	Оттоки от операционной деятельности (табл. 4.26 стр. 2 + 3)	812,57	812,57	812,57	812,57	812,57	7550,10
6	Оттоки от финансовой деятельности (табл. 4.24 + табл.4.26 стр. 10)	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25	689,43
7	Итого оттоки	882,69	828,82	828,82	828,82	828,82	8960,61
8	Коэффициент дисконтирования ($E = 10 \%$)	0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	–
6	Притоки дисконтированные	476,53	433,22	393,79	358,03	382,21	5007,36
10	Оттоки дисконтированные	411,77	351,50	319,51	290,50	264,06	4683,29

1.6 Технико-экономические показатели проекта

Основные технико-экономические показатели проекта представлены в таблице 1.30.

Таблица 1.30 – Технико-экономические показатели проекта

№ стр.	Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателей
1	Объем производства продукции:		
	в натуральном выражении	т.	45000
	в стоимостном выражении	млн руб.	1021,50
2	Общая сумма инвестиций	млн руб.	721,38
3	Стоимость основных производственных фондов	млн руб.	567,58
4	Фондоотдача	руб./руб.	1,80
5	Численность работающих – всего В том числе рабочих	чел.	122
		чел.	107
6	Производительность труда: одного работающего одного рабочего	млн руб./чел.	8,37
		млн руб./чел.	9,55
7	Фонд заработной платы работающих – всего В том числе рабочих	млн руб.	13,62
		млн руб.	10,92
8	Среднемесячная заработная плата: одного работающего одного рабочего	тыс. руб.	8,51
		тыс. руб.	9,30
9	Себестоимость продукции: единицы продукции всего выпуска	тыс. руб.	18,07
		млн руб.	813,10
10	Рентабельность продукции	%	25,62
11	Точка безубыточности	т	21244
12	Показатели эффективности проекта в целом		
	Норма дисконта	%	10
	Срок окупаемости	лет	6,27
	простой	лет	8,02
	с учетом фактора времени	млн руб.	364,09
13	Чистый дисконтированный доход	%	20,31
	Внутренняя норма доходности		
	Показатели эффективности участия предприятия в проекте		
	Норма дисконта	%	10
	Срок окупаемости	лет	7,20
	простой	лет	8,26
	с учетом фактора времени	млн руб.	320,40
	Чистый дисконтированный доход	%	24
	Внутренняя норма доходности		

Результаты проведенных расчетов по оценке эффективности строительства цеха по производству трифторида алюминия свидетельствуют о практической возможности и

экономической целесообразности реализации рассматриваемого проекта. Окончательное решение принимается самим предпринимателем с учетом интересов собственников капитала, потенциальных партнеров, поставщиков ресурсов, покупателей продукции.

б) критерии оценивания компетенций

Индивидуальная домашняя работа оценивается по сто балльной системе, используемой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Преподаватель, оценивая работу, придерживается следующих шкал оценивания:

1) правильность проведенных расчетов с использованием предложенных в методических рекомендациях инструментов:

- все расчеты выполнены правильно – 90 баллов;
- расчеты выполнены с одной-двумя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в курсовой работе – 80 баллов;
- расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, не влияющими на дальнейшие расчеты в курсовой работе – 70 баллов;
- расчеты выполнены с одной-двумя арифметическими ошибками, влияющими на дальнейшие расчеты в курсовой работе – 10 баллов (первоначально); индивидуальная домашняя работа отправляется на доработку;
- расчеты выполнены с более чем тремя арифметическими ошибками, влияющими на дальнейшие расчеты в курсовой работе – 0 баллов; индивидуальная домашняя работа отправляется на доработку.

2) защита работы, умение грамотно изъясняться, четко и логично формулировать устно свои мысли, аргументированно доказывать свою точку зрения:

- студент грамотно изъясняется, четко и логично формулирует устно свои мысли, аргументированно доказывает свою точку зрения -10 баллов;
- студент грамотно изъясняется, четко и логично формулирует устно свои мысли, не аргументированно доказывает свою точку зрения -5 баллов;
- студент грамотно изъясняется, однако нечетко и нелогично формулирует устно свои мысли, не аргументированно доказывает свою точку зрения -2 балла;
- студент не выполняет ничего из перечисленного в пункте 6 -0 баллов.

в) описание шкалы оценивания:

- от 90 до 100 баллов – отлично;
- от 75 до 89 баллов – хорошо;
- от 60 до 74 баллов – удовлетворительно;
- менее 60 баллов – неудовлетворительно.

При этом индивидуальная домашняя работа в целом оценивается в 40 баллов и входит как оценочное средство контрольной точки № 2.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	3	60% от М1	М1
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	5	60% от М2	М2
<i>Оценочное средство № 1.3</i>	7	60% от М3	М3
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	12	60% от Т1	Т1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	15	60% от Т2	Т2
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-		
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях, в том числе при опросе в ходе контрольных точек. Бонус составляет 5 баллов.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Штрафы: за несвоевременную сдачу контрольных работ максимальная оценка может быть снижена на 10 баллов (или %).

Результаты контрольных работ проверяются лично преподавателем. О проведении контрольных работ студентам сообщается заранее за одно занятие до проведения. Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	<i>A</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	<i>B</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		<i>C</i>	
70--74		<i>D</i>	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	<i>D</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		<i>E</i>	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	<i>F</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

- 1) Колбин, В.В. Математические методы коллективного принятия решений

[Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 256 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/60042> - Загл. с экрана

- 2) Эконометрика : учеб. для магистров / ред. И. И. Елисеева. - М. : Юрайт, 2014. - 449 с.
- 3) Белов П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учеб. и практ. для бакалавриата и магистратуры : в 2 т. / П. Г. Белов. - 2-е изд. - М. : Юрайт Т. 1. - 2015. - 460 с. : ил.
- 4) Белов П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учеб. и практ. для бакалавриата и магистратуры : в 2 т. / П. Г. Белов. - 2-е изд. - М. : Юрайт Т. 2. - 2015. - 272 с. : ил

б) дополнительная учебная литература:

- 1) Колокольников В. Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) [Электронный ресурс]: / Колокольников В. Н., О.А. Малафеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 623 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3551 – Загл. с экрана.
- 2) Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т. 1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс]: / Соколов А.В., Токарев В.В. – Электрон. дан. – 3-е изд. испр. и доп. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 564 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/59652> – Загл. с экрана
- 3) Актуальные проблемы экологического права : монография / С. А. Боголюбов. - М. : Юрайт, 2015. - 607 с.
- 4) Корпоративная социальная ответственность : учеб. для бакалавров / Л. М. Никитина, Д. В. Борзаков. - Ростов н/Д : Феникс, 2015. - 445 с. : ил. -

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

Федеральная служба государственной статистики [Официальный сайт]. — URL: <http://www.gks.ru>.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

10.1. Перечень программного обеспечения

MS Office Excel

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В ходе изучения дисциплины студенту необходимо быть собранным и сконцентрированным, при себе на занятии иметь, тетрадь, ручку, микрокалькулятор (желателен). Специализированных средств технического оснащения не требуется, т.к. контрольные работы с использованием MS Office Excel отсутствуют.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Описание экономических моделей и принципов их расчета. Классификация математических моделей и методов. Примеры построения математических моделей	семинар	0,5	Активная, интерактивная
2	Постановка и решение задачи линейного программирования	семинар	2	Активная, интерактивная
2.1	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	семинар	1	Активная, интерактивная
2.2	Постановка и решение задач целочисленного линейного программирования. Метод Гомори, ветвей и границ, MS Excel. Поиск решения	семинар	1	Активная, интерактивная
3	Управление инвестиционными проектами	семинар	15,5	Активная, интерактивная

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вопрос	Количество ак. ч.	Форма проверки
1	Описание экономических моделей и принципов их расчета. Классификация математических моделей и методов. Примеры построения математических моделей	Рассмотрение проблем оптимизации производства с использованием современных технологий экономики и менеджмента на предприятиях сферы высоких технологий	3	Эссе
2	Постановка и решение задачи линейного программирования. Симплекс-метод, метод Гомори, метод ветвей и границ. MS Excel. Поиск решения	Решение двух задач одним из методов	7	Контрольная работа № 1
3	Управление инвестиционными проектами	Оценка привлекательности инвестиционного проекта с заданными параметрами, ограничениями и целевой функцией	80	Индивидуальное домашнее задание № 1

12.3. Краткий терминологический словарь

Математическая модель - это система математических соотношений, в абстрактной форме описывающих изучаемый процесс или систему.

Экономико-математическая модель - это математическая модель, предназначенная для исследования экономической проблемы.

К непрерывно-детерминированным моделям относятся модели,

Математическое программирование — использование математических методов и моделей для решения проблем программирования.

Инвестиции представляются собой совокупность долгосрочных вложений частного или государственного капитала в различные отрасли национальной или зарубежной экономики с целью получения прибыли: денежные средства, целевые банковские вклады, паи, акции и другие ценные бумаги, технологии, машины, оборудование, лицензии.

Финансовые инвестиции представляют собой вложения в финансовые инструменты, такие как ценные бумаги и банковские депозиты.

Реальные инвестиции представляют собой вложения капитала в производство какой-либо продукции.

Прямые инвестиции представляют собой вложения в уставные капиталы предприятий,

направленные на расширение сферы влияния, обеспечение будущих финансовых интересов, в целях установления контроля и управления объектом инвестирования.

Портфельные инвестиции представляют собой средства, вложенные в ценные бумаги и другие активы с целью извлечения дохода и диверсификации рисков.

Инвестиционный проект представляет собой комплекс мероприятий по вложению накопленных средств в производственно-хозяйственную деятельность для достижения определенных целей.

Под **выплатами для реальных трансакций** понимаются платежи при покупке земли, машин и оборудования, оплата услуг адвокатов, нотариусов, консультантов, затрат на сырье, основные и вспомогательные материалы, затраты на заработную плату.

Поступления от реальных трансакций состоят в основном из доходов от продаж продукции и остаточной стоимости оборудования, которому противопоставляют поток платежей, обеспечивающий ликвидность проекта, т.е. способность погашать счета.

Средневзвешенная стоимость инвестиционных ресурсов определяется как уровень требуемой доходности вложений инвестора, сопоставимый с уровнем доходности, который может быть получен по альтернативным вложениям с аналогичным уровнем риска, и обозначается как WACC (weighted average cost of capital - средневзвешенная стоимость капитала), или просто «cost of capital» - стоимость капитала, означающая расходы на привлечение источников капитала, т.е. проценты и дивиденды, выплачиваемые кредиторам и инвесторам за использование предоставленных ими ресурсов.

Производственная мощность предприятия (цеха) представляет собой максимально возможный годовой объем производства продукции заданного качества, ассортимента и номенклатуры изделий при условиях полного использования фонда времени работы и паспортной производительности оборудования с учетом применения прогрессивной технологии и передовых методов организации и управления производством.

Денежный поток ИП — это зависимость от времени денежных поступлений и платежей при реализации порождающего его проекта, определяемая для всего расчетного периода.

Сроком окупаемости («простым» *сроком окупаемости, payback period*) называется продолжительность периода от начального момента до момента окупаемости

13. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.) С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополни-тельной звукоусиливающей аппаратуры

(наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.