

Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление 12.03.02 Опотехника
 Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы освещения для открытых ледовых арен.

УДК 764965

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Тумакова Алина Олеговна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Толкачева К.П.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГ	Кащук И.В	К.Т.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Степанов С.А.	к.ф.-м.н.		

Томск – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результ ата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические, гуманитарные, общепрофессиональные знания в области оптотехники
P2	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области световой, оптической и лазерной техники, оптического и светотехнического материаловедения и оптических и светотехнических технологий
P3	Применять полученные знания для решения задач, возникающих при эксплуатации новой техники и технологий оптотехники
P4	Владеть методами и компьютерными системами проектирования и исследования световой, оптической и лазерной техники, оптических и светотехнических материалов и технологий
P5	Владеть методами проведения фотометрических и оптических измерений и исследований, включая применение готовых методик, технических средств и обработку полученных результатов
P6	Владеть общими правилами и методами наладки, настройки и эксплуатации оптической, световой и лазерной техники для решения различных задач
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Проявлять творческий подход при решении конкретных научных, технологических и опытно-конструкторских задач в области оптотехники
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности
P9	Уметь эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам научной, педагогической и производственной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Глава 1. Особенности проектирования спортивных комплексов.</p> <p>Глава 2. Методика проведения энергоаудита спортивных комплексов.</p> <p>Глава 3. Разработка осветительной установки для открытого ледового комплекса и теннисного корта.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Фотографии.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Доцент Кащук И.В</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент Черемискина М.С</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p> </p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p> </p>
--	----------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент</p>	<p>Толкачева К.П.</p>	<p>к.т.н</p>	<p> </p>	<p> </p>

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>4В61</p>	<p>Тумакова А.О.</p>	<p> </p>	<p> </p>

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4В61	Тумакова Алина Олеговна

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

Тема ВКР:

Разработка системы освещения для открытых ледовых арен	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объект исследования: ледовые катки и теннисный корт г.Томска, наружное и внутреннее освещение. Техническое оборудование для измерения освещенности (Люксметр «ТКА-Люкс/Эталон», рабочий эталон 1 разряда)</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>-СП 31-112-2007 часть 3 (крытые ледовые арены); -ВСН 59-88; -СП 52-13330-2016; -СП 31-112-2004; -ВСН-1-73; -ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>-Отклонение показателей микроклимата; -Превышение уровня шума; -Недостаточная освещенность; -Электробезопасность</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Негативное воздействие на окружающую среду отсутствует.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>Пожарная безопасность</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Тумакова Алина Олеговна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4В61	Тумакова Алина Олеговна

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	12.03.02 «Оптотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости ИП по разработке стенда</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. <i>Оценка конкурентоспособности ИП</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Диаграмма Ганта</i>
4. <i>Бюджет НИ</i>
5. <i>Основные показатели эффективности НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В61	Тумакова Алина Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 страниц, 28 рисунков, 29 таблиц источника.

Ключевые слова: освещение, спортивные комплексы, осветительная установка, освещенность, ледовый каток.

Объектом исследования являются крытые и открытые спортивные комплексы.

Цель работы - разработка осветительной установки для спортивного освещения на примере теннисного корта и открытого ледового катка.

В процессе исследования проводились сбор, обработка и систематизация литературных данных по проектированию спортивного освещения, разработаны осветительные установки для теннисного корта и открытого ледового катка, проведен экономический анализ работ, определены мероприятия по технике безопасности.

В результате исследования: спроектированы 3D-модели теннисного корта «Чемпион» и открытого ледового катка; выбор и расстановка световых приборов; выбор наилучшего варианта.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: параметры ледового катка и теннисного корта.

Область применения: спортивные площадки для разных видов спорта.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

СП – световой прибор

КСС – кривая сила света

Оглавление

Введение.....	11
1 Особенности проектирования спортивных комплексов.....	12
1.1 Нормативные документы.....	13
1.2 Примеры схем освещения спортивных комплексов.....	18
1.3 Требования к осветительным установкам.....	21
2 Методика проведения энергоаудита спортивных комплексов.....	23
2.1 Энергоаудит спортивных комплексов.....	23
2.2 Методы измерения освещенности.....	24
2.3 Организация освещения открытых катков и теннисных кортов в городе Томске.....	25
3 Разработка осветительной установки для теннисного корта и открытого ледового катка.....	31
3.1 3D-моделирование теннисного корта.....	31
3.2 Разработка осветительной установки.....	32
4 Социальная ответственность.....	42
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
Заключение	73
Список используемой литературы.....	74
Приложение 1.....	77

Введение

Спорт – это неотъемлемая часть нашей жизни. Спортивные мероприятия мирового масштаба, соревнования и тренировки, в которых мы можем принимать участие, приобретает большую популярность. Именно поэтому в настоящее время отрасль спортивных сооружений — одна из самых перспективных, стремительно развивающихся во всем мире.

Строительство ледовых арен и теннисных кортов всегда будет востребовано в России, в связи с популярностью таких видов спорта как хоккей, фигурное катание и теннис. Подобные сооружения будут пользоваться успехом и у любителей, и у профессиональных спортсменов.

Хоккей и фигурное катание стали профессиональными видами спорта только после появления закрытых ледовых арен, которые работали круглый год. Теннис так же привлекает большое количество людей, так как на теннисных кортах не только играют, но и заключают сделки, поэтому корты должны соответствовать высокому уровню.

Цель работы: разработка осветительной установки для крупных спортивных сооружений.

Задачи:

1. обзор литературных источников об организации спортивного освещения;
2. анализ и нормы требований к осветительным установкам;
3. энергоаудит спортивных комплексов и анализ проведения;
4. разработка осветительной установки и оценка качества освещения.

Объекты исследования: крытые и открытые спортивные комплексы.

Методы исследования: проектный, проверка анализа по энергоаудиту.

1 Особенности проектирования спортивных комплексов

Освещение спортивных комплексов – одна из наиболее сложных задач в области светотехнических расчетов спортивных сооружений. Чтобы решить ее, надо учесть и соблюсти множество рекомендаций, требований и параметров: как объективных, связанных с техническими требованиями, так и субъективных, создающих визуальный комфорт для игроков и зрителей.

Особенности освещения ледовых арен:

1. Чистый белый свет;
2. Ослепление и блики;
3. Освещение с учетом хоккейных бортов;
4. Разные режимы для разных задач;

Создание ледовых арен необходимо и крайне актуально на данный момент. Современное общество нуждается в развитии и поддержании спортивного развития молодежи. Как и другие спортивные комплексы, фитнес залы и различные секции, теннис, ледовая арена открывает огромное количество возможностей и дает больше выбора. Ежегодно в малонаселенных пунктах заливают каток в школьных хоккейных коробках, и его качество оставляет желать лучшего. Многие катаются зимой на замерзшей реке или озере, что крайне небезопасно, отсутствует освещение, нет должного наблюдения, нет человека, который окажет первую помощь, а также всегда существует вероятность оступиться и провалиться под лед.

Создание ледовой арены решает все эти проблемы. Комфортная температура, возможность заниматься любимым видом спортом летом и зимой, погодные условия никак не мешают желанию прокатиться на коньках. Более того есть возможность начать получать профессиональные навыки фигурного катания, устраивать хоккейные матчи и многое другое.

При организации освещения теннисных кортов должны так же выполняться определенные условия:

1. Свет не должен производить слепящий эффект;
2. Не допускается пульсация света;
3. Необходимо проектировать как горизонтальную, так и вертикальную освещенность;

1.1 Нормативные документы.

Свод правил по проектированию и строительству (СП 31-112-2007) часть 3 (крытые ледовые арены).

Свод правил предназначен для проектирования новых, реконструируемых и приспособляемых зданий, сооружений и помещений для: - скоростного бега на коньках; - хоккея с шайбой; - фигурного катания; - шорт-трека; - керлинга; - хоккея с мячом; - массового катания. Положения свода правил распространяются на проектирование ледовых полей с искусственным льдом с замораживаемой (ледяной) поверхностью.

Рассмотрим нормативный документ СП 31-112-2007 [1], его основные пункты:

- Введение
- Нормативные ссылки
- Планировочное решение ледовых площадок и полей
- Вспомогательные помещения
- Ледовые поля
- Инженерное обустройство зданий
- Противопожарные требования.

Так же в нем предоставлены ссылки на следующие нормативные документы:

- СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
- ВСН 59-88 Нормы электрического освещения спортивных сооружений
- ПУЭ Правила устройства электроустановок.

Строительные размеры, площади и пропускная способность катков с искусственным льдом должны приниматься в соответствии с правилами по организации учебно-тренировочных занятий проведения спортивных соревнований.

Таблица 1.1 - Размеры ледовых полей и арен.

Виды спортивных занятий	Размеры поля для соревнований, м			Размеры арены для соревнований, м			Пропускная способность	
	длина	ширина	Высота до низа	длина	ширина	Высота до низа	Учебно-тренировочные занятия, чел/смена	Соревнования на аренах, чел.
Фигурное катание	60	30	6	65	37	6	50	50
Массовое катание	На всех спортивных катках, ледовых аренах и на площадках с ненормируемыми параметрами			4м ² льда на 1 катающегося				

В соответствии с требованиями Международного Союза фигурного катания (ISU) для соревнований и занятий по фигурному катанию необходимо иметь площадку искусственного льда размером 60x30 м. Кроме того, необходимы помещения или отдельные корпуса с площадками для тренировок.

Рассмотрим нормативный документ ВСН 59-88 [2]. Основные пункты этого документа:

- системы и виды освещения
- нормы освещения
- ограничение ослепленности

- коэффициента запаса
- освещение вспомогательных и административных помещений и территорий стадионов.

Из документа ВСН 59-88 предоставим нормы освещения в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Нормы освещения фигурного катания.

Вид спорта	Класс игры или спортивного сооружения	ВСН 59-88		МКО		EN12193		IESNA	
		мин.освещенность		ср.освещенность		ср.освещенность		ср.освещенность	
		Егор	Е _{ве}	Егор	Е _{вер}	Егор	Е _{верт}	Егор	Е _{верт}
		Е _{мин} /Е _{макс}	рт	Е _{мин} /Е _{макс}	т	Е _{мин} /Е _{макс}		Е _{мин} /Е _{макс}	
Фигурное катание	Тренировка	$\frac{500}{1/3}$	-	$\frac{200}{3/1}$	-	$\frac{300}{0,5}$	-	$\frac{500}{4/1}$	-
	Соревнование	$\frac{500}{1/3}$	-	$\frac{750}{3/1}$	-	$\frac{750}{0,7}$	-	$\frac{1000}{1,7/1}$	-

Основные требования к освещению спортивных сооружений при проведении цветных телевизионных передач находятся в таблице 1.3. При произвольном размещении передающих телекамер с различных сторон ледовой арены, нужно рассчитывать требуемый уровень освещенности по направлению к каждой камере.

Таблица 1.3 - Основные требования к освещению при проведении цветных телевизионных передач.

Нормируемый параметр	Требуемая величина
Средняя величина вертикальной освещенности, $E_{\text{верт}}$	500-1400лк
Допустимая неравномерность распределения вертикальной освещенности, $E_{\text{мин}}/E_{\text{макс}}$	0,5
Допустимое соотношение освещенностей в вертикальной и горизонтальной плоскости, $E_{\text{верт}}/E_{\text{гор}}$	0,6
Цветовая температура излучения на крытых сооружениях, где присутствует естест. свет	4000-6500К
Цветовая температура излучения на крытых сооружениях, где отсутствует естест. свет	2800-6500К
Индекс цветопередачи, R_a	>65
Индекс блескости, GR	<50
Показатель ослепленности, P	<60

При проектировании освещения нужно вводить коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности в процессе эксплуатации осветительной установки (загрязнение светильников, старения ламп и т.д). коэффициент запаса для крытых спортивных сооружений следует принимать:

- а) при газоразрядных лампах – 1,5;
- б) при лампах накаливания – 1,3.

Для организации естественного и искусственного, а также вспомогательного, аварийного видов освещения используется нормативный документ СП 52-13330-2016 [3].

В данном документе выделяем пункт про световую отдачу источников света для искусственного освещения при минимальных индексах цветопередачи в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Рекомендуемые световые отдачи световых приборов для общего освещения помещений.

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт<индекса цветопередачи, R _a			
	R _a >80	R _a >60	R _a >45	R _a >25
Светодиодные источники	90	100	-	-
Люминесцентные лампы	50	40	-	-
Металлогалогенные лампы	55	50	-	-
Натриевые лампы высокого давления	-	50	60	-

Нормы освещения теннисного корта приведены в СП 31-112-2004 Физкультурно-спортивные залы. Часть 1 [6]. По стандарту выделяется 3 класса освещения:

- I класс – соревнования и тренировки высшего класса, национального и международного уровня.
- II класс – соревнования среднего уровня, местные и региональные.
- III класс – низкий уровень, соревнования между небольшими клубами.

При проведении игр определенных кубков, освещенность не должна быть меньше 1200 лк.

Рассмотрим нормативный документ СП 31-112-2004, который предназначен на проектирование физкультурно-спортивных залов для гимнастики, единоборств, распространенных спортивных игр (бадминтон, баскетбол, волейбол, теннис). Размеры спортивных залов и пропускная способность представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Размеры спортивных залов для разных видов спорта.

Вид спорта	Размеры зала для учебно-тренировочных занятий, м			Пропускная способность игровой площадки		Размеры арены для соревнований в спортивно-зрелищном зале, м		
	длина	ширина	высота	При учебно-тренировочных занятиях	При соревнованиях на аренах спортивно-зрелищных залов	длина	ширина	высота
Теннис	36	18	8	12	8 (4пары)	42	22	9

Так же при организации освещения теннисных кортов используют Ведомственные строительные нормы ВСН-1-73 [8]. Освещенность основных помещений крытых спортивных сооружений приведена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Нормы освещенности крытых спортивных сооружений.

Вид спорта	Наименьшая освещенность, лк	Плоскость и зона, в которых нормируется освещенность	Примечание
Теннис	300	Горизонтальная на уровне пола	Должна быть предусмотрена защита светильников от ударов мяча

1.2 Примеры схем освещения спортивных комплексов.

Для реализации освещения ледовой арены, теннисного корта существует много разных видов схем. Например, на рисунке 1.1 используется мачтовая схема

освещения. На одну мачту устанавливают от 2 и выше световых приборов, которые направляются в разные точки поля. На рисунке 1.2 – обычный световой прибор консольного вида, его задача рассеять свет на всей поверхности поля. Существует еще один способ для реализации освещения – это опорный. Высоко мачтовые опоры используются как раз для освещения стадионов, теннисных кортов и так далее. В приложении 1 можно увидеть разные примеры освещения ледовых катков, а также теннисных кортов.

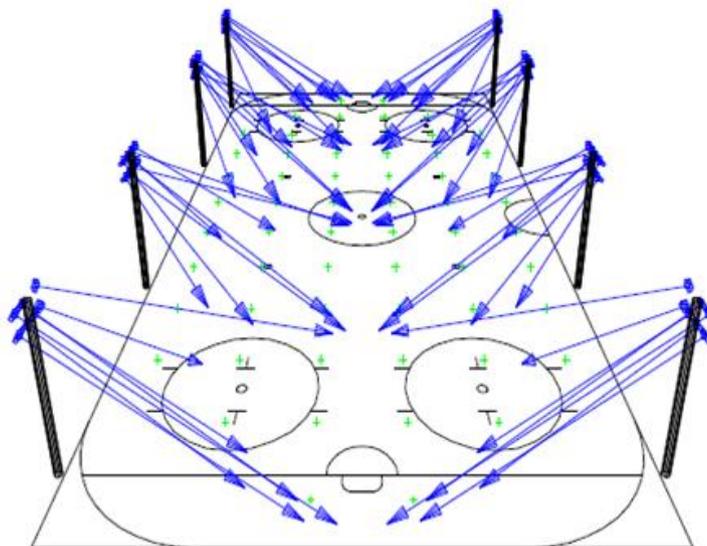


Рисунок 1.1 – Схема освещение хоккейного поля с помощью прожекторов.

План-схема игрового спортивного комплекса

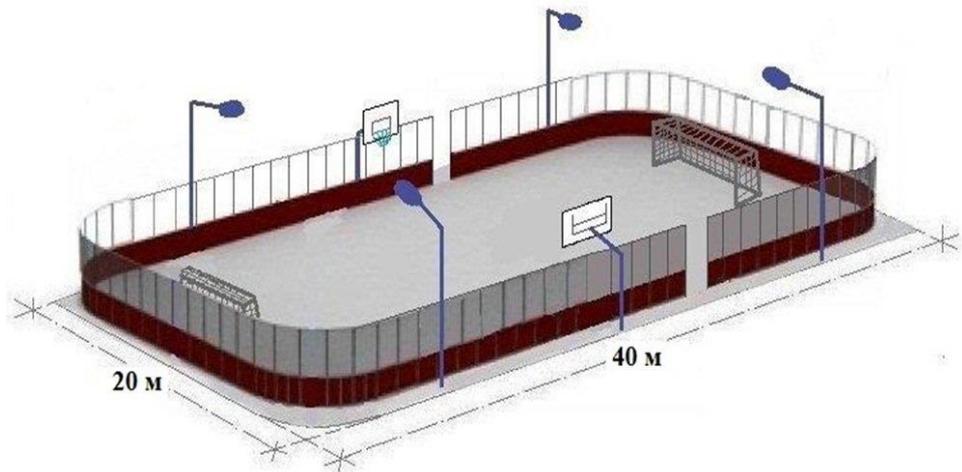


Рисунок 1.2 – Схема игрового комплекса во дворах.

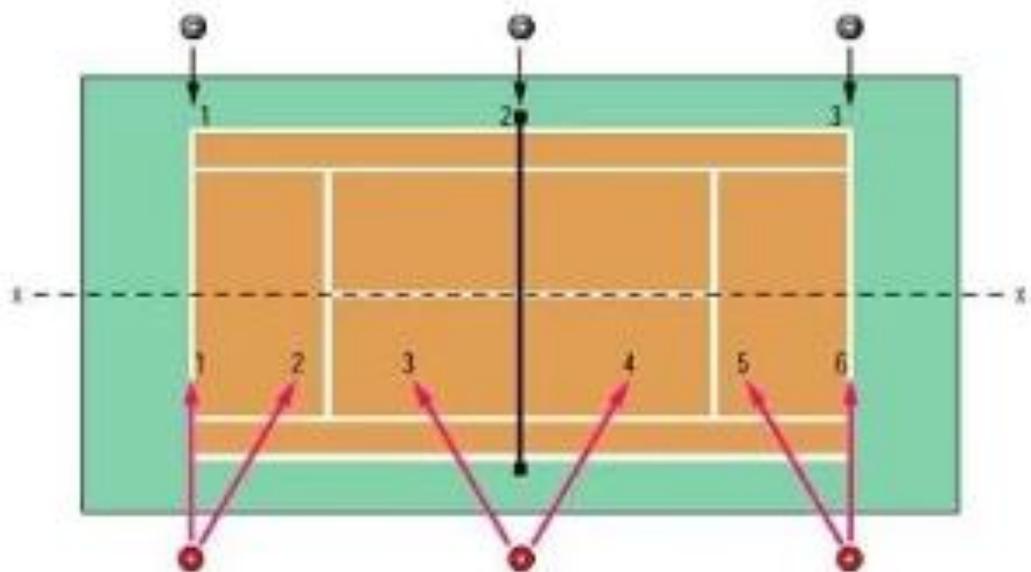


Рисунок 1.3 – Схема расположения опор для теннисного корта.

1.3 Требования к осветительным установкам.

Хорошее освещение спортивного зала обеспечивает комфорт для всех, кто находится в помещении. Достаточное количество света может улучшить результат тренировок и избежать травм.

Функции, которые выполняет искусственное освещение:

- Создание комфорта для тренировок и соревнований;
- Снижение риска травм спортсменов;
- Обеспечение приятной атмосферы для зрителей;
- Организация аварийного освещения, подсветка путей эвакуации;

Требования к искусственному освещению спортивных залов [7]:

- Достаточный уровень освещенности;
- Отсутствие затененных участков и теней на поверхности пола;
- Достаточная яркость;
- Обеспечение комфорта для зрителей;
- Отсутствие стробоскопического эффекта;
- Отсутствие сильной пульсации.

Для больших залов применяют светильники в виде прожекторов, которые в основном светодиодные модели. При их монтаже учитывают требование к углу между световым потоком и плоскостью пола, который составляет не менее 27° .

В качестве основного источника света не допускается использовать точечные светильники, так как они дают много бликов на пол, стены и потолок. Лучше всего использовать подвесные светильники, имеющие угол раскрытия 120° . У них мягкое и рассеянное освещение, которое приближено к дневному свету.

Для снижения слепящего эффекта используют жалюзи, решетки, линзы и затемненные рассеиватели, которые ограничивают световой поток.

Так же одно из важных требований к светильникам – это наличие защитного кожуха в виде каркасной решетки. Она служит не только для рассеивания света, но и позволяет защитить прибор от попадания мяча, шайб и прочих повреждений.

На сегодняшний рынок светильники разнообразны и позволяют решить разные задачи в освещении.

Обычно ошибкой расчета освещения ледовых арен является избыток света в центре поля, и недостаток света у бортов. Это обусловлено неточностью соблюдения углов рассеивания.

2 Методика проведения энергоаудита спортивных комплексов.

В Томске была проведена работа по заливке 30 ледовых катков.

Самым живописным была ледовая арена под «звездным» небом в переулке Томском. Каток на этом месте успел полюбовиться горожанам. В прошлом году иллюминация над переулком была заменена на более эффектную. Также большие ледовые площадки были открыты для катания на Белом озере и в Сквере студенческих отрядов.

Любители большого тенниса в Томске от нехватки кортов явно страдать не будут. В городе есть и теннисные клубы, и спорткомплексы, дающие возможность играть в теннис, и просто открытые площадки в городе.

2.1. Энергоаудит спортивных комплексов.

Согласно Федеральному закону ФЗ-№261 от 23 ноября 2009 все объекты спортивного назначения (стадионы, спортивные центры, бассейны и тп.) в обязательном порядке должны пройти энергетическое обследование (энергоаудит) в срок до 31 декабря 2012 года и получить энергетический паспорт.

Первичный энергоаудит объектов спортивного назначения подразумевает полное инструментальное обследование систем отопления, вентиляции, кондиционирования, освещения, водоснабжения и водоотведения, а также проверку качества изоляции ограждающих конструкций, остекления, уплотнения дверных и оконных проемов. Полное инструментальное обследование позволяет произвести анализ текущего потребления энергоресурсов, определить причины потерь энергии, составить энергетический паспорт и разработать программу мероприятий по энергосбережению, реализация мер которой позволит существенно сократить расходы на оплату поставляемых топливно-энергетических ресурсов.

Организация и проведение работ по энергетическому обследованию включает в себя несколько этапов:

- Подготовительный – проведение планирования энергетического обследования;
- Сбор исходных данных;
- Систематизация полученных данных (инструментальное обследование, анализ);
- Разработка программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности объекта;
- Согласование отчетных материалов.

2.2. Методы измерения освещенности.

Существует определенный стандарт для измерения освещенности спортивных комплексов. Для этого используется нормативный документ ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения [5]. Методы измерения освещенности. Этот документ устанавливает методы минимальной, цилиндрической и средней освещенностей, коэффициента естественной освещенности в помещениях зданий, а также на рабочих местах.

Перед тем, как измерить освещенность и коэффициент естественного освещения наносят контрольные точки на план помещения. При измерении освещенности от искусственного освещения следует проводить чистку светильников, а также заменить все перегоревшие лампы в приборах.

Контрольные точки для измерения минимальной освещенности размещают в центре помещения под светильниками, между светильниками и их рядами, на расстоянии 0,15L до 0,25L от стены.

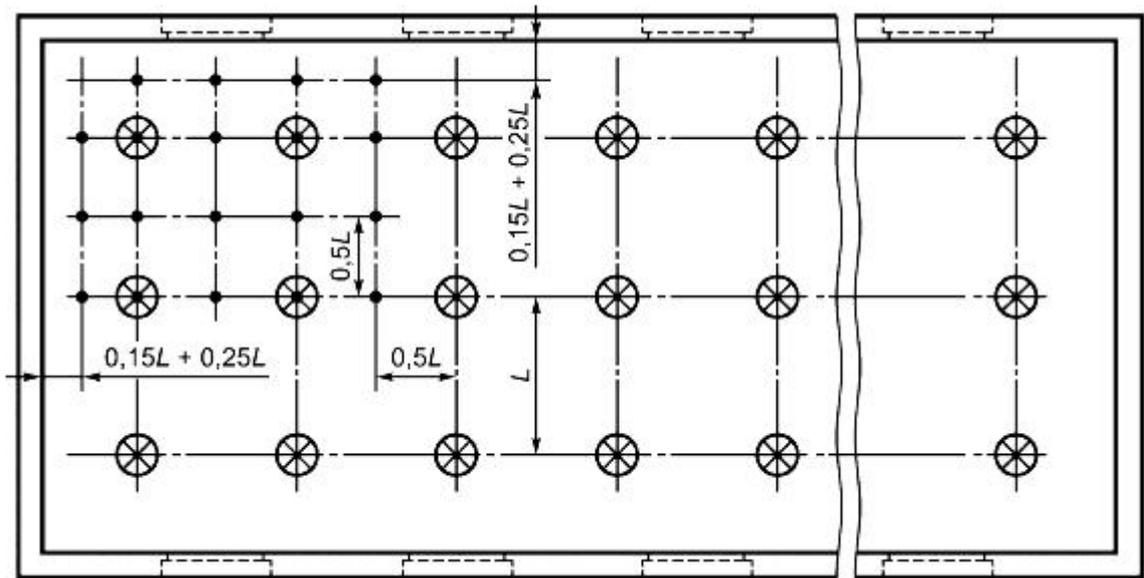


Рисунок 2.1 – Расположение контрольных точек при измерении минимальной освещенности.

Измерение освещенности при аварийном освещении следует проводить в темное время суток, когда отношение естественной освещенности к искусственной должна составлять не более 0,1, а при эвакуационном освещении значение естественной освещенности не превышать 0,1 лк.

Так же в начале и в конце измерений следует измерить напряжение на щитках распределительных сетей освещения.

Для определения коэффициента естественной освещенности нужно измерить освещенность в контрольных точках внутри помещений и наружной освещенности на горизонтальной площадке. Далее проводится обработка результатов измерений и их оценка. В приложении 2 представлены результаты измерений открытых ледовых катков.

2.3. Организация освещения открытых катков и теннисных кортов в городе Томске.

Обычно подсветка дворовых катков делается по следующей схеме: по периметру катка ставятся шесть опор освещения, высотой от шести до восьми метров.

На установленные опоры монтируются светильники, чаще всего это дешевые, стандартные уличные фонари. Такое освещение для катка не подходит, потому что лампы в них используемые, либо натриевые (желтые, используемые для освещения дорог), либо ртутные, которые обладают еще худшими параметрами цветопередачи. Подобный вариант освещения не годится даже для детского непрофессионального хоккея. В полутьме дети будут плохо видеть шайбу и клюшки друг друга, а это может привести к серьезным травмам.

Освещение непрофессиональных ледовых площадок должно проводиться с использованием прожекторов заливающего света с металлогалогенными лампами холодного света (4500-8000К). При использовании подобного оборудования, свет на катке распределяется максимально равномерно, а качество освещения дает возможность без проблем играть в хоккей и просто кататься на коньках круглосуточно.

Что касается крупных парков и площадей, заливающихся зимой под каток. На таких объектах, помимо описанного нами металлогалогенного освещения, активно используют светодиоды. Конечно же, не как основное освещение, а как декоративная подсветка, создающая волшебную, праздничную атмосферу, превращающая катание на коньках в незабываемый праздник.

Освещение типового открытого теннисного корта обычно производится с опор высотой не ниже 8 метров. Количество опор на один корт варьируется от 4 до 6. Стоит отметить, что в большинстве случаев освещение теннисного корта с шести опор получается более равномерным и комфортным для игроков и зрителей нежели, чем с четырех.

Что касается высоты опор, то наиболее оптимальным решением являются опоры высотой 10-12 метров. Данная высота позволяет минимизировать слепящее действие, добиться более равномерного освещения поверхности теннисного корта, а также пространства над кортом.

Далее проведен энергоаудит ледовых катков в городе Томск.

Объект №1. Спорткомплекс «Кристалл».

На ледовой арене использованы металогалогенные прожекторы, мощностью 400 Вт. Измерения были проведены 15.12.19 в 15:00.

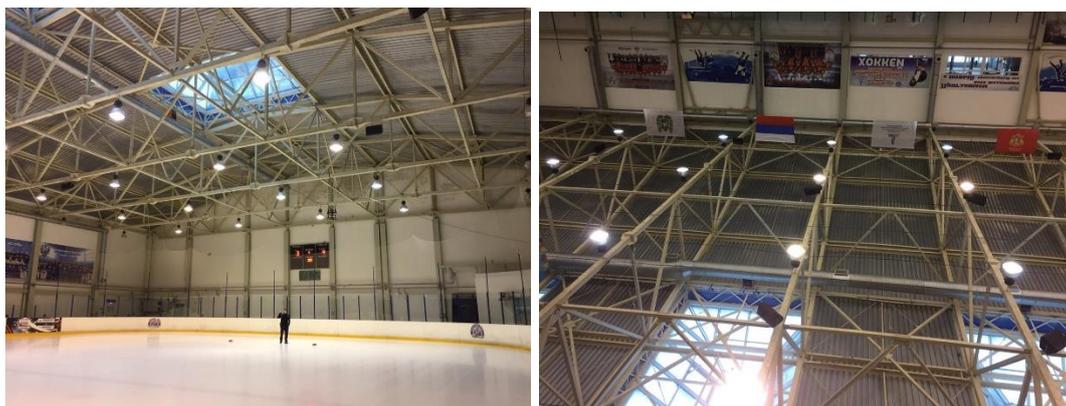


Рисунок 2.2 – Изображение катка «Кристалл».

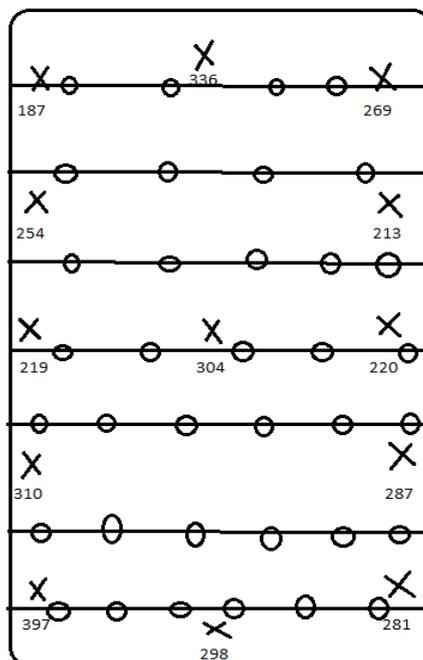


Рисунок 2.3 – Фрагмент схемы ледового катка «Кристалл». $E_{cp}=275$ лк.

Объект №2. Ледовый каток «На Новособорной». Измерения сделаны 20.12.19 в 19:00.

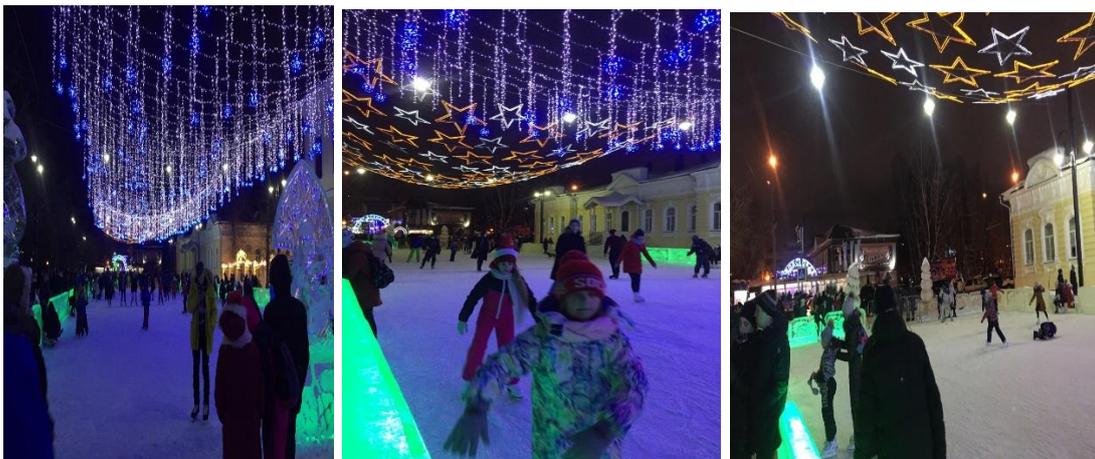


Рисунок 2.4 – Изображение катка «На Новособорной».

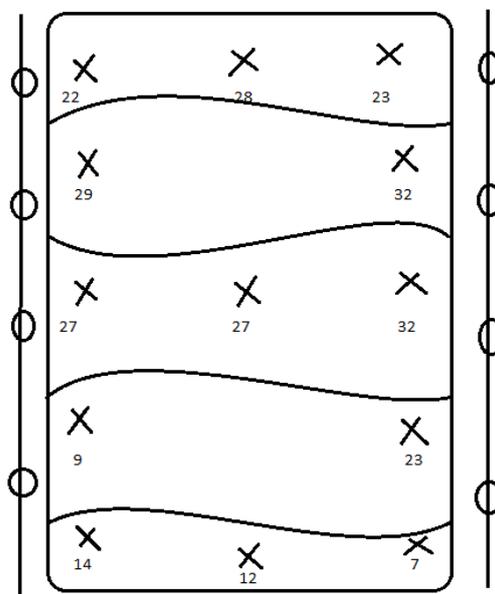


Рисунок 2.5 – Схема ледового катка «На Новособорной». $E_{ср}=22$ лк.

Объект №3. Ледовый каток «Белое Озеро». 22.12.19 в 19:40

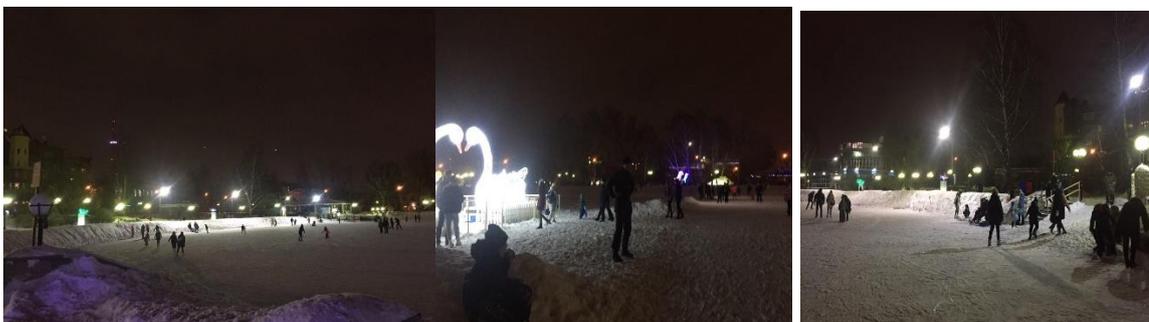


Рисунок 2.6 – Изображение ледового катка «Белое Озеро».

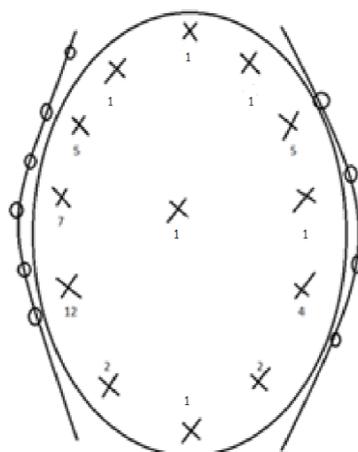


Рисунок 2.7 – Схема катка «Белое Озеро». $E_{cp}=4$ лк.

Объект №4. Каток «Авангард». 22.12.19 в 20:10



Рисунок 2.8 – Изображение катка «Авангард».

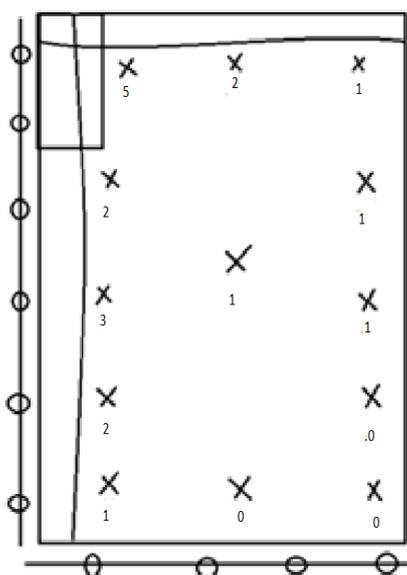


Рисунок 2.9 – Схема ледового катка «Авангард». $E_{cp}=1,5$ лк.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирование финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках НИ. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель работы – разработка осветительной установки для спортивного освещения на примере теннисного корта.

Анализ конкурентных технических решений

Для оценки рынка необходимо провести детальный анализ конкурирующих разработок. Его удобно провести с помощью оценочной карты. Для этого выберем несколько конкурентных разработок. Обозначим их как:

Вариант 1 – Осветительная установка LIGHTINGTECHNOLOGIES 1331000010 LB/R 150 HR;

Вариант 2 – Осветительная установка LIGHTINGTECHNOLOGIES 1332000660 INSEL LB/R LED 80 D140 Ex 5000K;

Вариант 3 – Осветительная установка INSEL LB/R LED 120 D120 5000K

Детальный анализ конструктивного исполнения необходим, т.к. каждый тип конструктивного исполнения имеет свои достоинства и недостатки. Данный анализ производится с применением оценочной карты, приведенной в таблице 5.1. Экспертная оценка производится по техническим характеристикам и экономическим показателям по 5 бальной шкале, где 1 – наиболее низкая оценка, а 5 – наиболее сильная. Общий вес всех показателей в сумме должен составлять 1.

Таблица 5.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство монтажа	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
Удобство в эксплуатации	0,1	3	5	2	0,3	0,5	0,2
Уровень защищённости (IP)	0,05	3	2	4	0,15	0,1	0,2
Надежность	0,14	4	3	3	0,56	0,42	0,42
Простота конструкции и ремонтпригодность	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
Световой поток	0,12	5	3	4	0,6	0,36	0,48
Безопасность	0,15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,11	5	4	4	0,65	0,52	0,52
Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	5	4	5	0,35	0,28	0,35
Затраты на ремонт	0,06	3	5	4	0,18	0,3	0,24
Итого	1	38	39	37	3,94	4,28	3,71

Расчет конкурентоспособности, на примере удобства в эксплуатации, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,1 \cdot 3 = 0,3,$$

где K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы);
 B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что вариант устройства №2 является наиболее предпочтительным и является наиболее выгодным и эффективным типом исполнения готового устройства.

SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 5.2 - SWOT-анализ

	<p>Strengths (сильные стороны) S1. Техническая простота конструкции разрабатываемого проекта; S2. Благодаря простой конструкции осветительного прибора упрощается обслуживание и ремонт продукта; S3. Более низкая стоимость производства; S4. Широкий спектр сооружений на которых возможно применение осветительного прибора; S5. Оптимальное соотношение мощности и светового потока реализуемое при помощи современных конструктивных решений;</p>	<p>Weaknesses (слабые стороны) W1. Отсутствие целевого финансирования; W2. Не проработаны вопросы выхода на рынок; W3. Возможность более конкурентоспособного продукта; W4. Сложность с получением всех нормативных документов на разработанный осветительный прибор</p>
<p>Opportunities (возможности) O1. Возможность применения в качестве осветительных установок в различных сооружениях спортивного характера; O2. Простота конструкции и эффективность может привлечь компании по</p>	<p>O1O3S2S4S5 – использование разработанной осветительной установки позволит снизить затраты на электроэнергию т.к в данном приборе использованы современные энергосберегающие решения O2S1S3 – использование конструктивных решений представленных в</p>	<p>O1W2 – проработать бизнес – план и оценить все риски для выхода продукта на рынок.</p>

разработки и выпуску осветительной продукции ОЗ. Надежность и безопасность осветительного прибора может вызвать широкий спрос у потребителей.	разработанной осветительной установке позволит снизить затраты на производстве.	
Threats (угрозы) Т1. Отсутствие заинтересованных инвесторов проекта Т2. Результаты конкурирующих коллективов, работающих по данному направлению Т3. Отсутствие спроса	Т1S1 – Разработать в подробном виде сопроводительную документацию в которой необходимо отразить все преимущества (конструкционные, технические, экономические) разрабатываемого продукта	Т3W2 – создание продукта ориентированного на запросы потребителя. Т1W1 – разработка более качественного и экономически выгодного продукта Т2W3 – применение современных решений при разработке осветительного прибора

Таблица 5.2 - Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5
O1	-	+		+	+
O2	+	-	+	-	-
O3	-	+	-	+	-

Таблица 5.3 - Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2	W3	W4
O1	-	+	-	-
O2	-	-	-	-
O3	-	-	-	-

Таблица 5.4 - Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5
T1	+	-	-	-	-
T2	-	-	-	-	-
T3	-	-	-	-	-

Таблица 5.5 - Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2	W	W4
			3	
T1	+	-	-	-
T2	-	-	+	-
T3	-	+	-	-

Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках исследования;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного исследования (проекта) необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Разработанный список задач и производимых работ, в рамках проектирования, а также распределение исполнителей по этим работам, представлен в виде таблицы 5.6.

Таблица 5.6 - Список производимых задач и работ и их исполнители

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель; инженер
Проведение ВКР			
Выбор направления исследования	2	Изучение литературы по соответствующей тематике	Инженер
	3	Изучение особенностей проектирования освещения для спортивных комплексов	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель; инженер

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение методики проведения энергоаудита спортивных помещений	Инженер
	6	Уточнение комплекса работ для разработки осветительной установки	Руководитель, инженер
	7	Компьютерное моделирование спортивного сооружения	Инженер
	8	Разработка осветительной установки	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Экономическая оценка разработанного продукта	Руководитель; инженер
	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель; инженер
Оформление отчета (комплекта документации)	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки проекта составляется из трудовых затрат, поэтому важно определить трудоемкость работ всех участников разработки проекта.

Несмотря на то, что трудоемкость зависит от трудно учитываемых параметров, т.е. носит вероятностный характер, ее можно определить экспертным путем, в «человеко-днях». Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожс}$ определяется по формуле:

$$t_{ожс} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макс}}{5},$$

где $t_{мини}$ – минимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является оптимистичной оценкой: при удачном стечении обстоятельств), чел.-дн.; $t_{макс}$ – максимально возможное время выполнения поставленной задачи исполнителем (является пессимистичной оценкой: при неудачном стечении обстоятельств, чел.-дн.

На основании расчетов ожидаемой трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p :

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{U_i},$$

Где U_i – количество исполнителей, одновременно выполняющих поставленную задачу, чел.

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 8.

Разработка графика проведения исследования

Диаграмма Ганта является наиболее удобным и наглядным способом представления графика проведения работ.

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки, размещенные на горизонтальной шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или подзадаче. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Для построения графика Ганта, следует, длительность каждой из выполняемых работ из рабочих дней перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой, для каждого исполнителя расчеты производятся индивидуально:

$$T_{кі.рук} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

$$T_{кі.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где $k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.рук} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{кал}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Составление и утверждение технического задания»:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел.-дн.},$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{C_i} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ раб.дн.}$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48.$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Изучение литературы по соответствующей тематике»:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 11,6 \cdot 1,48 = 17,168 \approx 17 \text{ кал. дн.}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66 - 14} = 1,28.$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Составление и утверждение технического задания»:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 2,4 \cdot 1,28 = 1,792 \approx 2 \text{ кал. дн.}$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 5.7.

Таблица 5.7 - Временные показатели проектирования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни					
	Руководите	Инженер	Руководите	Инженер	Руководите	Инженер	Руководите	Инженер	Руководите	Инженер

Составление и утверждение технического задания	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
Изучение литературы по соответствующей тематике	-	10	-	14	-	11,6	-	11,6	-	17
Изучение особенностей проектирования освещения для спортивных комплексов	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	9
Календарное планирование работ	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
Изучение методики проведения энергоаудита спортивных помещений	-	7	-	10	-	8,2	-	8,2	-	12
Уточнение комплекса работ для разработки осветительной установки	1	2	2	3	1,4	2,4	0,7	1,2	1	2
Компьютерное моделирование спортивного сооружения	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8	-	7
Разработка осветительной установки	-	14	-	20	-	16,4	-	16,4	-	24
Экономическая оценка разработанного продукта	4	6	6	8	4,8	6,8	2,4	3,4	3	5
Оценка эффективности полученных результатов	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	-	7	-	9	-	7,8	-	10,8	-	12

После расчета и сведения в таблицу временных показателей проектирования, на основе полученной таблицы строится диаграмма Ганта.

Таблица 5.8 - Диаграмма Ганта

Этапы	Вид работы	Исполнители	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение технического задания	руководитель; инженер	2					
2	Изучение литературы по соответствующей тематике	Инженер	7					

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	104
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	94
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	10

В результате выполнения подраздела был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей, а также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из исполнителей.

Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 5.15.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). В эту же статью включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Результаты по данной статье заносятся в таблицу 5.10.

Таблица 5.10 - Сырье, материалы и комплектующие изделия

Наименование	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага А4	1 шт.	300	300
Канцелярский набор	1 шт.	600	600
Итого:		900	

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 5.11 - Специальное оборудование для экспериментальных работ

Наименование оборудования	Количество единиц, шт.	Цена за единицу, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
1. Компьютер с программой для 3D-моделирования	1	70	70
Итого		70000	

Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов.

Таблица 5.12 - Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Компьютер с программой для 3D-моделирования	1	10	70	70
Итого:					70 тыс. руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для осциллографа, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Компьютер с программой для 3D-моделирования:

$$A_{\text{комп.}} = \frac{H_A I}{10} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 70000}{10} \cdot 3 = 2100 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (табл. 8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.},$$

где Z_m – должностной оклад работника за месяц; F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (табл. 16); M – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}.$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{\partial}) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{\partial}) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 5.12 - Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 5.13 - Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_{р}, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	8	17178,4
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	67	116787,1
Итого:								133965,5

Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 17178,4 = 2576,7 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 116787,1 = 17578,1 \text{ руб.}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (17178,4 + 2576,7) = 5926,53 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (116787,1 + 17578,1) = 40309,56 \text{ руб.}$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 6) \cdot k_{\text{кр}}$$

$$= (2100 + 900 + 70000 + 133965,5 + 20154,8 + 46236,09) \cdot 0,2 = 54671,28 \text{ руб}$$

где $k_{\text{кр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ (название темы) по форме, приведенной в таблице 16.

Таблица 5.14 - Группировка затрат по статьям

Статьи								
Амортизация	Сырье, материалы	Специальное оборудование	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
2100	900	70000	133965,5	20154,8	46236,09	273356,39	54671,28	328027,67

Определение ресурсоэффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения были выбраны ближайшие аналоги:

1. Светильник BVP343 108LED 40K 220V 7 Philips 911401750342 / 911401750342

2. Проектор UM Sport 2000H R8/19град. with HR SET CT 1367001140

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{328027,67}{410000} = 0,8;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{410000}{410000} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{380100}{410000} = 0,93$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности

В данном разделе необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент проекта; b_i – бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 19.

Таблица 5.15 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки	Бальная оценка системы исполнения 1	Бальная оценка системы исполнения 2
1. Безопасность при использовании установки	0,2	5	5	5
2. Стабильность работы	0,2	5	5	5
3. Технические характеристики	0,3	4	5	3
4. Ремонтопригодность	0,15	4	4	3
5. Простота эксплуатации	0,15	4	4	4
Итого:	1	4,4	4,55	3,95

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,4;$$

$$I_{p2} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 4,55;$$

$$I_{p3} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 3,95$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}} = \frac{4,4}{0,8} = 5,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (табл. 20). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} = \frac{4,55}{5,5} = 0,83$$

Таблица 5.16 - Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1	0,93
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,55	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	5,5	4,55	4,25
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83	0,71

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 104 дня, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 94 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель - 10;

3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 328027,67 руб;

4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

- Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,8, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;
- Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,4, по сравнению с 4,55 и 3,95;
- Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 6,25, по сравнению с 4,55 и 4,25, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.