

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Физики Высоких Технологий

Направление подготовки Оптотехника

Кафедра Лазерной и Световой Техники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ светотехнических решений для целей освещения спортивных бассейнов

УДК 628.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	А. И. Антропова		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доц. каф. ЛиСТ	Т. В. Гречкина	к. ф.-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН	Е.А. Грахова			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф. каф. ЭБЖ.	О.Б. Назаренко	д.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.каф. ЛиСТ	А. Н. Яковлев	к. ф.-м. н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения
<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

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Физики Высоких Технологий
Направление подготовки (специальность) Оптотехника
Кафедра Лазерной и Световой Техники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	А. И. Антроповой

Тема работы:

Анализ светотехнических решений для целей освещения спортивных бассейнов

Утверждена приказом директора (дата, номер)	9492/с от 03.12.2015 г.
---	-------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ul style="list-style-type: none">– Литература по теме проекта– Фотографии помещений спортивных бассейнов– Спортивной комплекс «Победа», г.Томск (бассейн 25 м)– Техническое оборудование для измерения освещенности
--	---

<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>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Измерение и анализ освещения бассейна на территории спортивного комплекса «Победа», г.Томск 2) Требования к освещению спортивных объектов с целью проведения мероприятий по водным видам спорта 3) Компьютерное проектирование освещения спортивных объектов с помощью программы DIALux 4) Представление и анализ результатов распределения освещенности
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>3D-визуализация освещения спортивного бассейна, демонстрация расчетных данных освещенности</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, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Е. А. Грахова, ассист. каф. МЕН</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>О. Б. Назаренко, проф. каф. ЭБЖ</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>29.09.2015</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>Т. В. Гречкина</p>	<p>к. ф.-м. н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>4В21</p>	<p>А. И. Антропова</p>		

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

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	А.И.Антропова

Институт	ФВТ	Кафедра	ЛиСТ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптотехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Научно-исследовательский проект проводится в лаборатории кафедры ЛиСТ ИФВТ, материально-техническая база НИ ТПУ, в работе над проектом задействованы 2 человека</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>Отчисления во внебюджетные фонды от ФОТ – 30 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	<i>- Потенциальные потребители результатов исследования; - Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. - SWOT-анализ проекта</i>
2. Разработка устава научно-технического проекта	<i>Не требуется</i>
3. Планирование процесса управления НИТ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<i>- Планирование научно-исследовательского проекта (цели и результат проекта; перечень работ; определение трудоемкости работ; Построение графика работ) - Бюджет научно-исследовательского проекта</i>
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	<i>- Определение ресурсной и финансовой эффективности НИП</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет работ 4. Диаграмма Ганта 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности работ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.09.2015
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН	Е.А. Грахова			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4В21	А.И. Антропова		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4В21	А. И. Антропова

Институт	ФВТ	Кафедра	ЛиСТ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	12.03.02 Оптотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Рабочая зона: учебная аудитория Томского политехнического университета № 248, корпус 16-в;</i> <i>Характеристика рабочей зоны:</i> <i>- Размеры: длина - 8м, ширина - 4м высота 2 м;</i> <i>- Интерьер: белые потолки, светлые однотонные стены, темный пол,</i> <i>- Освещение создается люминесцентными лампами;</i> <i>- Оснащена системой противопожарной безопасности и огнетушителем.</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p><i>Вредные факторы рабочей зоны:</i> <i>- Отклонение показателей микроклимата в помещении;</i> <i>- Повышенный уровень шума на рабочем месте;</i> <i>- Недостаточная освещенность рабочей зоны;</i> <i>- Нервно-психические перегрузки.</i></p> <p><i>Опасный фактор рабочего места инженера-проектировщика:</i> <i>- Электробезопасность;</i> <i>- Пожаровзрывобезопасность;</i></p>
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p><i>Во время работы над ВКР негативного воздействия на окружающую среду оказа-</i></p>

	<i>но не было.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Пожар - наиболее типичная чрезвычайная ситуация для учебного корпуса является. Основные мероприятия, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества при пожаре.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 4.2 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;	<i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: - Организация моторного поля - Оптимальное размещение предметов труда и документации - Подбор мебели для рабочего места для выполнения работ сидя - Проектированию цветовой отделки интерьеров</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.09.2015
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
проф. каф. ЭБЖ	О.Б. Назаренко	Д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4в21	А. И. Антропова		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 93 с., 28 рис., 18 табл., 38 источников, 0 прил.

Ключевые слова: спортивное освещение, спортивный бассейн, водные виды спорта, осветительная установка, светодиодные технологии.

Объектом исследования являются: помещение бассейна на территории спорткомплекса «Победа», г. Томск.

Цель работы – изучение вопросов о современном состоянии светотехнических решений в области освещения спортивных бассейнов.

В процессе исследования проводились измерения освещенности в помещении бассейна; была смоделирована 3D-модель данного объекта и приведены расчетные данные с учетом измерений для действующей осветительной установки; выполнен ее анализ и предложен вариант освещения со светодиодными источниками света.

В результате исследования проведен анализ осветительной установки объекта исследования, продемонстрировано преимущество осветительной установки со светодиодными источниками света.

Степень внедрения: проведены результаты исследований осветительной установки с люминесцентными лампами, выдвинуты рекомендации по модернизации существования осветительной установки спортивного бассейна и меры энергоэффективного решения данного вопроса.

Область применения: проектирование осветительных установок для крытых спортивных залов (бассейнов) для водных видов спорта.

Экономическая эффективность/значимость работы настоящая работа является примером рассмотрения вопросов энергосбережения и качества осве-

щения в помещениях спортивных объектов, требующая дальнейшего изучения и внедрения

В будущем планируется проведение дополнительных работ в направлении модернизации осветительной установки бассейна спорткомплекса «Победа», г. Томск.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Модернизация: изменение, усовершенствование в соответствии с современными требованиями.

Вертикальная освещенность: освещенность в плоскости, направленной перпендикулярно к месту установки телекамеры.

Горизонтальная освещенность: отношение светового потока, падающего на элемент поверхности к площади этого элемента.

Освещённость: поверхностная плотность светового потока, падающего на площадку заданной величины.

3D - модель: это наглядный способ представления объекта в виде трехмерного графического изображения.

В данной работе применены следующие сокращения:

FINA - Fédération Internationale de Natation, сокр. - Международная федерация плавания

МКО = CIE - Commission Internationale de l'Eclairage, сокр. –Международная комиссия по освещению

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания»;
2. ВСН—1—73 «Нормы электрического освещения спортивных сооружений»;
3. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
4. МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение»;
5. DIN EN 12193 «Свет и освещение — освещение спортивных сооружений»;

6. ГОСТ 12.0.003–74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
7. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
8. ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности»;
9. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95;
10. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003;
11. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;
12. СН 181-70 «Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий».

Оглавление

Введение	16
1 Общие сведения о бассейнах	17
1.1 Характеристика и классификация бассейнов.....	17
1.2 Бассейн спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г. Томск	21
1.3 Проведение измерений освещенности на территории бассейна	23
2 Требования к нормам и правила освещения спортивных бассейнов в мировой практике	26
3 Обзор светотехнических решений для целей освещения спортивных бассейнов	30
3.1 Типы источников света, световые приборы и оборудование	30
3.2 Размещение, монтаж и обслуживание световых приборов в помещении спортивного бассейна	35
4 Компьютерное проектирование освещения спортивного объекта с помощью программы DIALux	40
4.1 Представление и анализ результатов освещения бассейна спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г. Томск	41
4.2 Предложения по модернизации осветительной установки на базе существующего объекта	46
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
5.1 Оценка коммерческого потенциала проекта	51
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	50
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	52
5.1.3 SWOT-анализ	54
5.2 Планирование научно-исследовательского проекта	56
5.2.1 Структура работ	56
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	57
5.2.3 Разработка графика выполнения научно-исследовательского проекта	60
5.3 Бюджет научно-исследовательского проекта	63

5.3.1 Расчет материальных затрат	63
5.3.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы	65
5.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	67
5.3.4 Накладные расходы.....	68
5.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	68
5.4 Определение ресурсной и финансовой эффективностей научно-исследовательского проекта.....	69
6 Социальная ответственность	73
6.1 Производственная безопасность.....	74
6.1.1 Анализ вредных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению	75
6.1.2 Анализ опасных факторов рабочей зоны	80
6.2 Экологическая безопасность.....	83
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	84
6.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	85
6.4.1 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны.....	85
6.4.2 Специальные правовые нормы трудового законодательства	87
Заключение	88
Список литературы	90

Введение

Потребность в спорте с каждым годом растёт. Все большее количество людей принимает участие в спортивных соревнованиях разного уровня. Каждый год на территории РФ появляются новые специализированные спорткомплексы, в том числе спортивные бассейны. Мероприятия по водным видам спорта привлекают внимание зрителей, где достаточное количество и многообразие спортивных состязаний принадлежат покорению водной стихии. Именно занятиям плаванию многие родители отдают предпочтение при выборе оздоровительной или спортивной составляющей для своих детей.

Рост популярности спортивного плавания связан, в том числе, с началом строительства искусственных бассейнов. Качество спортивных сооружений определяется множеством факторов, среди которых большую роль играет искусственное освещение объекта. Сочетание света и воды, рождающее сотни бликов на зеркальной глади, создает в бассейне особую атмосферу и в то же время невероятно осложняет проектирование осветительной системы. Между тем от того, насколько качественным будет освещение бассейна, зависит не только количество рекордов, но и безопасность пловцов.

Актуальность этого вопроса также подтверждается совершенствованием новых типов источников света, где преобладающим фактором служит качество освещения в сочетании с энергоэффективностью осветительной установки в целом. Следует заметить, что меры по модернизации освещения на спортивных площадках или залах ещё не везде применяются, не исключением является и такая спортивная и тренировочная площадка, как бассейн. Использование качественного и энергоэффективного там освещения [1] напрямую влияет на самочувствие и мотивацию посетителей, является вспомогательным фактором развития и поддержания детско-юношеского спорта.

Целью настоящей работы является изучение вопросов о современном состоянии светотехнических решений в области освещения спортивных бас-

сейнов. Целенаправленное поддержание качественного и многофункционального освещения спортивных помещений носит актуальный характер, а также приобретает некоторую воспитательную функцию при формировании здоровья и развития подрастающего поколения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) изучение нормативной документации и литературы, в которой рассматривались особенности освещения бассейнов, в том числе как спортивного объекта;
- 2) проведение измерений освещенности бассейна, расположенного на территории спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г.Томск;
- 3) разработка 3D-модели бассейна с помощью программы компьютерного моделирования и расчета светотехнических параметров объекта;
- 4) внесение предложений по модернизации осветительной установки на базе существующего объекта и анализа приведенного материала по теме настоящей работы.

Объект исследования: бассейн, расположенный на территории спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г.Томск

Предмет исследования: световые приборы и оборудование для целей освещения бассейнов; уровень и качество освещения для проведения мероприятий по водным видам спорта, в том числе в крытых бассейнах; компьютерное моделирование и расчёт.

1 Общие сведения о бассейнах

1.1 Характеристика и классификация бассейнов

Плавательный бассейн — сооружение гидротехнического характера, предназначенное для занятий водными видами спорта, такими как плавание, прыжки в воду, подводный спорт, водное поло, подводное регби, синхронное плавание и другие.

Бассейны классифицируются по следующим признакам [2]:

1. Назначение:

- Спортивные – бассейны, предназначенные для учебно-тренировочных процессов, проведения соревнований, обучения плаванию.
- Купальные – бассейн, преследующие в основном оздоровительные цели. Предназначены для неорганизованных разовых посещений.
- Учебные – бассейны образовательных учреждений. Данные сооружения предназначены для приобщения к воде и обучения плаванию, а так же возможны проведения соревнований локального уровня (см. рис. 1).
- Комбинированные – объединение в одном комплексе ванн для спортивных и обучающих занятий. Непосредственно вклад спортивной работы в таких бассейнах незначителен, их основная цель — массовое оздоровительное купание и отдых людей.

2. Размеры чаши бассейна:

- Длинные, они же «взрослые» – 50-метровые бассейны, которые уже считаются профессиональными.
- Короткие.

Бассейны строятся самых оригинальных форм и размеров. Можно отыскать и длинные, и короткие, и с различными перепадами, углублениями, специфическим оформлением и другими «фишками». Самые маленькие и мелкие

бассейны называются лягушатниками, и предназначены для обучения плаванию детей младшего возраста.

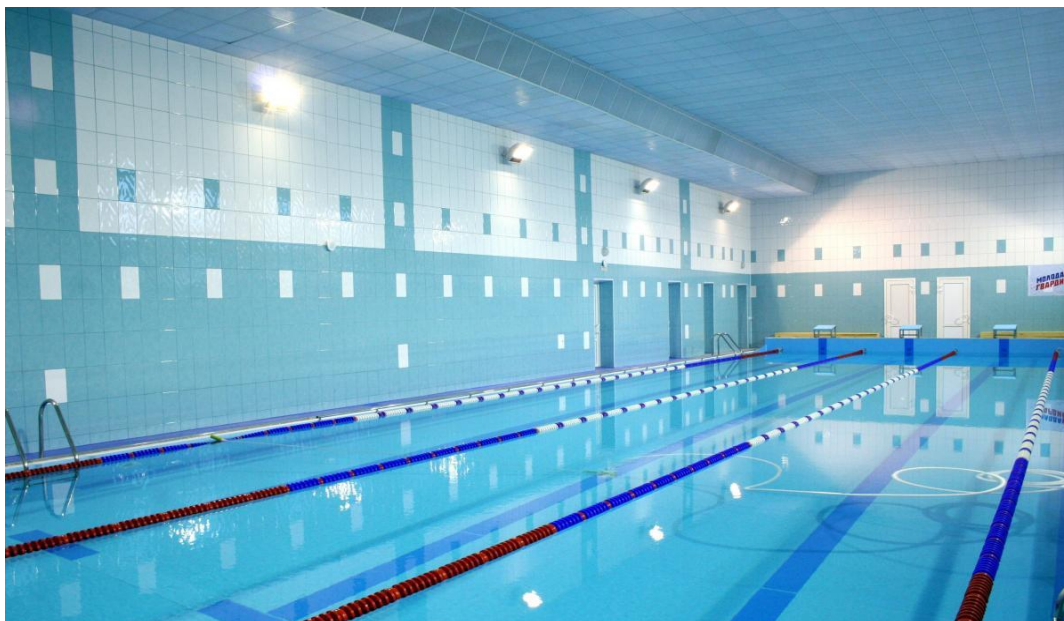


Рисунок 1 - Учебное подразделение “Спортивный комплекс” Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова

3. Оборудование:

- Открытый бассейн — ванна данного сооружения располагается на открытом воздухе. В зависимости от характера эксплуатации открытые бассейны подразделяются на сезонные и круглогодичные.
- Крытый бассейн — ванна такого типа сооружения расположена в специальном зале. Крытые бассейны долговечны, более безопасны и обслуживание таких бассейнов в техническом плане дешевле.
- Комплексный бассейн — объединение в одном объекте открытой и крытой ванн. Преимущества такого типа сооружения заключается в обилии функциональных возможностей, гибкости эксплуатации в любое время года (см. рис. 2).

- Трансформирующийся бассейн — конструкция этого сооружения спроектирована так, что ванна бассейна может быть поочередно открытой и закрытой.
- Мобильный бассейн – возможны перемещения сооружения по территориям.

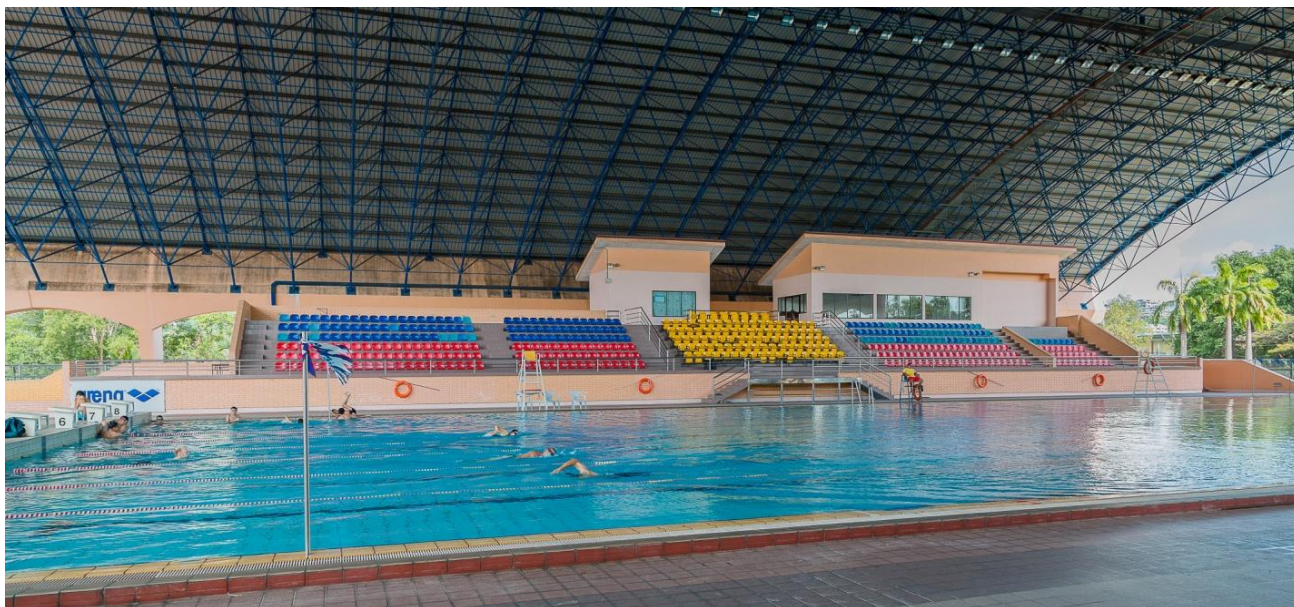


Рисунок 2 - Комплексный бассейн олимпийских размеров Likas, Кота - Кинабалу, Малайзия

4. Материал изготовления ванны:

- Стекловолоконные или композитные
- Бетонные
- Полипропиленовые
- Стальные (каркасные).

Ванна бассейна представляет собой водонепроницаемую емкость, у которой обработана надлежащим образом внутренняя поверхность, что способствует созданию привлекательного внешнего вида и поддержанию в ней необходимого санитарно-гигиенического режима.

Конструкцию ванны выполняют исходя из конкретных условий строительства и требований заказчика. Обычно, стенки ванн вертикальные,

однако возможны (исходя из местных условий) продольные стенки устроить наклонными (под углом, как правило, не более 45°) [3].

5. И отдельная категория бассейнов - бассейны для Олимпийских игр и чемпионатов мира.

Размеры ванны бассейна для Олимпийских игр и чемпионатов мира согласно правилам FINA (Международная федерация плавания, фр. Fédération Internationale de Natation) [4], должны быть длиной 50 метров (25 метров для соревнований «на короткой воде») и шириной 25 метров, глубина — не менее двух метров. По ширине ванна разделяется на восемь дорожек по 2,5 метра, а перед первой и после восьмой дорожки — ещё по одной 2,5-метровой полосе (см. рис. 3).



Рисунок 3 - Дворец водных видов спорта, г. Казань

1.2 Бассейн спортивно – оздоровительно комплекса «Победа», г. Томск

Спортивный комплекс «Победа» построен в 1974 году [5], состоит из множества спортивных залов, в том числе и крытого бассейна, а так же раздевалок, душевых, методических кабинетов, тренерских, других вспомогательных помещений. В 2011 году был проведен плановый капитальный ремонт чаши бассейна, стен, системы водоснабжения, внешних стен здания.

Бассейн спорткомплекса «Победа» является спортивным, поскольку в данном бассейне проводится учебно-тренировочный процесс с воспитанниками детско-юношеской спортивной школы № 14 по плаванию в ластах, спортивно-массовые мероприятия, соревнования различных уровней, а так же бассейн открыт для свободного плавания всех жителей города и гостей.

Бассейн спорткомплекса «Победа» является коротким, длина ванны бассейна составляет 25 метров (см. рис. 5). Размеры же самого помещения: длина - 29 метров, ширина – 9,32 метров, высота – 5,70 метров, площадь - 270,28 м².

Осветительные установки в помещении бассейна расположены по краям чаши бассейна, световые приборы подвешены на металлической конструкции. В качестве источников света использованы люминесцентные лампы (см. рис.4).

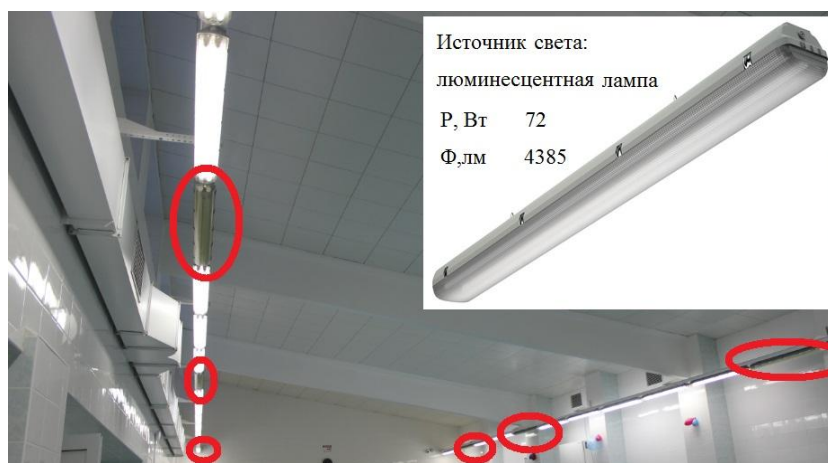
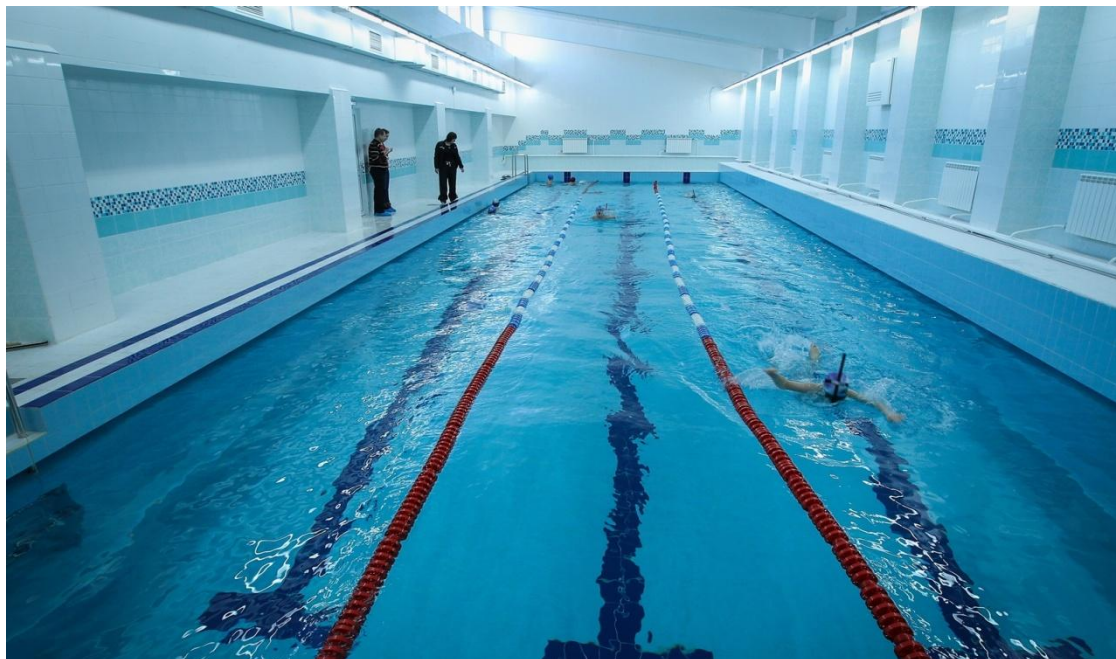


Рисунок 4 – Осветительная установка – 30 световых приборов. Красным овалом отмечены неработающие световые приборы – 6 шт.



а



б

Рисунок 5 - Бассейн спортивно-оздоровительного
комплекса "Победа", г. Томск:

а – вид с зоны старта/финиша; б – вид с противоположной стороны чаши бассейна.

1.3 Проведение измерений освещенности на территории бассейна

Дата проведения измерений: 16.03.2016 г.

Время проведения измерений: 15:25 – 16:25

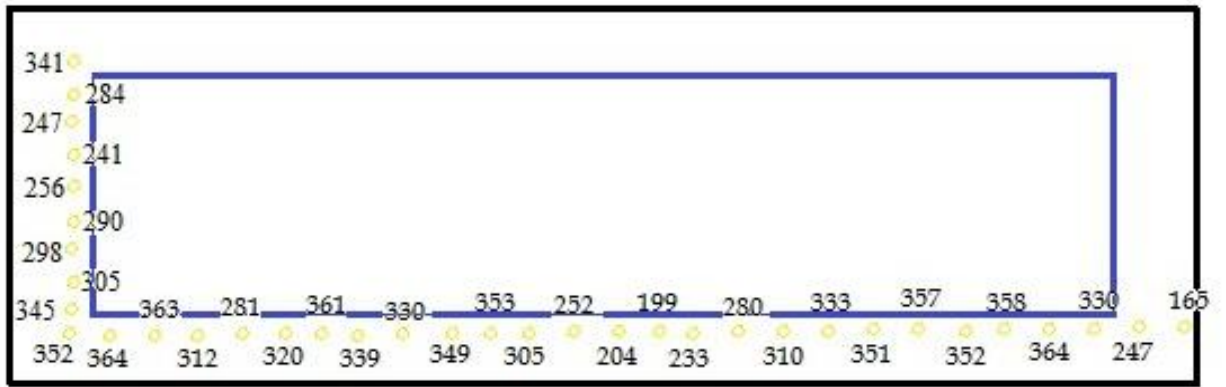
Измерения проводились при помощи люксметра «Эколайт-02»¹.

В ходе измерений было изучено распределение освещенности в доступных местах прохода и локализации источников света в помещении бассейна. Были проведены измерения по периметру чаши бассейна, параллельно плоскости водной поверхности бассейна, на участке с высотой $h = 1,1$ м (данные приведены в таблице 1 и на схеме измерений рис.6,а), а так же для создания полной картины распределения освещенности измерения были проведены на высоте $h = 1,9$ м (данные приведены в таблице 2 и на схеме измерений рис..6,б).

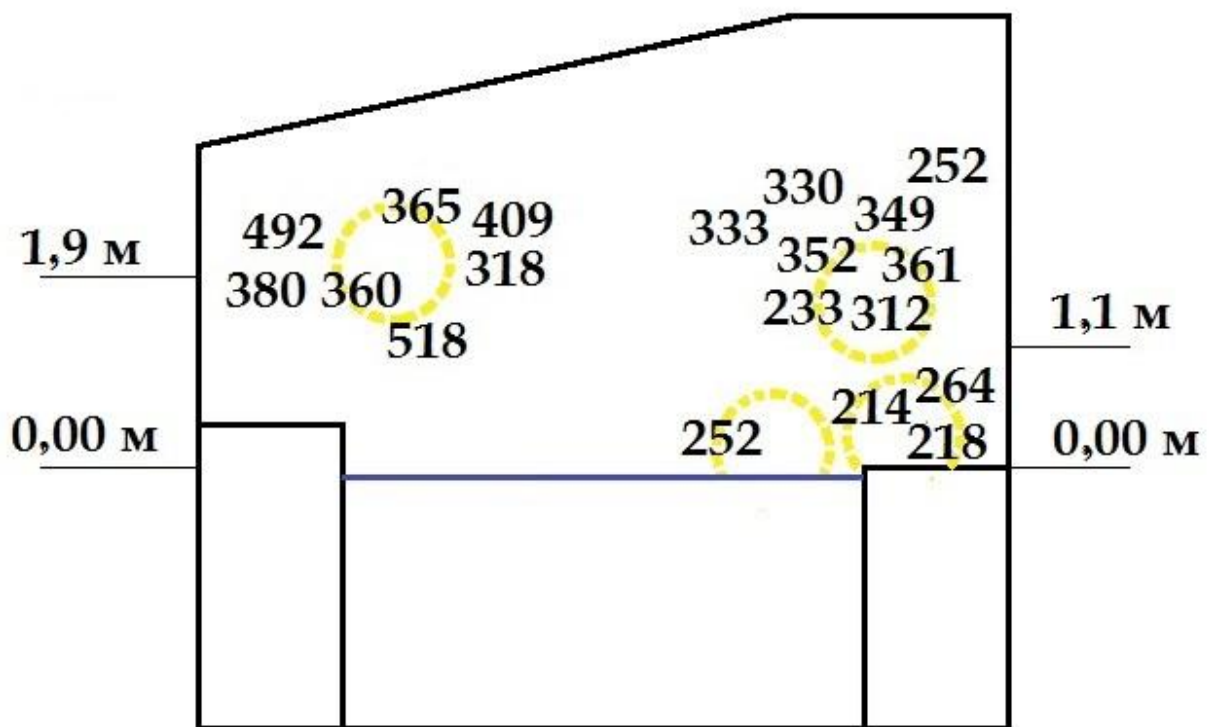
А так же были взяты дополнительные измерительные точки для анализа распределения освещенности на уровне пола, $h = 0$ м ($E_1 = 218$ лк , $E_2 = 214$ лк , $E_3 = 264$ лк) и над водной поверхностью $E_B = 252$ лк (см. табл. 3).

На момент проведения измерений в помещении не работали 6 световых приборов (см. рис. 4). Анализ и результаты исследования представлены в аналитической части работы (см. ниже глава 4).

¹ Свидетельство о поверке № 032527 от 28.05.2014 г., «ФГУ Новосибирский центр стандартизации, метрологии и сертификации».



а



б

Рисунок 6 - Схема измерений:

а – вид сверху, расположение точек в направлении 1- 36 (см. табл. 1) на высоте

$$h = 1,1 \text{ м};$$

б - вид сбоку, дополнительные измерения, план расположения измерительных высот с некоторыми значениями освещенности (см. табл. 2, 3);

Таблица 1- Измерения освещенности, h = 1,1 м

№ точки измерения	Освещенность, лк
1	165
2	247
3	330
4	364
5	358
6	352
7	357
8	351
9	333
10	310
11	280
12	233
13	199
14	204
15	252
16	305
17	353

18	349
19	330
20	339
21	361
22	320
23	281
24	312
25	363
26	364
27	352
28	345
29	305
30	298
31	290
32	256
33	241
34	247
35	284
36	341

Таблица 2 –Измерения освещенности, h = 1,9 м

№ точки измерения	Освещенность, лк
1	344
2	380
3	419
4	379
5	360
6	440
7	492
8	518
9	550
10	516
11	409
12	308

13	280
14	318
15	240
16	168
17	168
18	265
19	385
20	365
21	308
22	275
23	295
24	265
25	154

Таблица 3 - Измерение освещенности на уровне пола, h = 0,0 м

№ точки измерения	Освещенность, лк
1	218
2	214
3	264
4	252 (над поверхностью воды)

2 Требования к нормам и правилам освещения спортивных бассейнов в мировой практике

Условия освещения бассейна как помещения и как спортивного объекта должны соответствовать определенным требованиям, которые в свою очередь зависят от вида и классификации данного сооружения. А так же стоит понимать, что спортсмены, участвующие в соревнованиях по разным дисциплинам имеют разные зрительные задачи и, соответственно, разные требования к освещению [4].

Для пловцов кролем, брассом, баттерфляем важно ориентироваться вдоль своей дорожки и видеть положение соперников на других дорожках. Пловцам на спине световые приборы, расположенные над ванной, могут мешать ориентироваться в пространстве. Для игроков в водное поло яркость окружающего пространства имеет большее значение, чем для пловцов, так как от нее зависит контраст и видимость мяча. Тренеры и судьи должны иметь возможность видеть все, что происходит в воде, находясь на торцевых бортиках ванны. Зрители на трибунах должны иметь возможность видеть ход соревнований находясь на значительном расстоянии от ванны.

Технические требования к спортивным бассейнам, а также к осветительным установкам и системам освещения содержатся в международных и национальных рекомендациях, стандартах и регламентах.

Например, в России действующая нормативная база по проектированию осветительных установок спортивных объектов, в частности бассейнов, представлена рядом документов:

- СП 31-113-2004. Бассейны для плавания[6];
- ВСН—1—73 «Нормы электрического освещения спортивных сооружений» [7];
- СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение (актуализированная редакция СНиП 23-05-95) [8];

- МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение» (от 23.03.1999) [9];

Европейские нормы по освещению спортивных бассейнов наиболее полно представлены в DIN EN 12193 «Свет и освещение — освещение спортивных сооружений» [10]. А так же существует рекомендации МКО (Международной комиссии по освещению) [11] для спортивных сооружений.

В нормативных документах регламентируются не только значения освещенности, но и другие показатели, задаваемые в зависимости от вида спорта и масштаба проводимых соревнований [6].

Регламентируемые показатели условий освещения спортивных объектов:

- Горизонтальная освещенность (E_T), лк
- Вертикальная освещенность (E_B), лк
- Коэффициент запаса
- Показатель ослепленности

Действующие в нашей стране ВСН—1—73 «Нормы электрического освещения спортивных сооружений» устанавливают величины минимальной освещенности в горизонтальной плоскости. В зарубежных странах принято нормировать среднюю освещенность (см. табл. 4).

А так же следует отметить, что в российских нормах [6], в отличие, например, от европейских [10], «ступени» уровней освещенностей «привязаны» не к классу соревнований, а к вместимости трибун бассейна.

Тем не менее, при сопоставлении отечественных и зарубежных норм, особенно для крытых спортивных сооружений обращает на себя внимание существенное превышение зарубежных норм (см. табл. 4).

Таблица 4 - Нормы освещенностей спортивных бассейнов, применяемых в мировой практике.

Класс игры или спортивное сооружение		Освещенность для открытых/крытых ванн, лк		
		РФ, ВСН-1-73 [7], минимальная освещенность, лк	Европа, EN 12193 [10], средняя освещенность, лк	МКО [11], средняя освещенность, лк
Плавание спортивное, соревнования	Национальный чемпионат	200-400*	500	500
	Низшие лиги и клубные соревнования		300	
	Тренировочный процесс	100/150	200	
Прыжки в воду	Тренировочный процесс	100 /200	200	
	Соревнования		500	
Водное поло	Тренировочный процесс	100/200	200	
	Соревнования		500	
Трибуны	До 800 человек	200	-	-
	Более 800 человек	400		

* - Освещенность выбирается в зависимости от вместимости трибун

Учитывая, что старт и финиш имеют особое значение, и необходимо обеспечить более высокую видимость в этих зонах, технический регламент международной федерации по водным видам спорта [4] предписывает, что в зоне старта и в зоне финиша/поворота освещенность должна быть не менее 600 лк. В данном случае речь идет о горизонтальной освещенности. Вместе с тем, в зоне старта важна и вертикальная освещенность, так именно эта характеристика определяет видимость атлетов на старте.

Уровень освещенности универсальных бассейнов рассчитывается по наибольшим значениям. А при проектировании освещения спортивных бассейнов, предназначенных для проведения соревнований высокого уровня и телевизионных трансляций, необходимо следовать рекомендациям FINA и МКО [12]. В частности, в этих документах еще раз обращается внимание на особенности объектов освещения. По сложности трансляции изображения плавания относится к классу А (то есть объекты наблюдения – крупные, а скорость их перемещения относительно невелика). Подчеркивается необходимость устранения отраженной блескости от поверхности воды в поле зрения зрителей и телекамер. Требуемые уровни вертикальной освещенности необходимо обеспечивать в 2-метровой зоне вокруг ванны на высоте 1 м, и на высоте 0,2 м непосредственно над водой. Уровень же освещенности указан в регламенте FINA [4] и составляет 1500 лк.

3 Обзор светотехнических решений для целей освещения спортивных бассейнов

3.1 Типы источников света, световые приборы и оборудование

Высокие требования к уровням освещенности большинства спортивных объектов, в частности бассейнов, и их большие габаритные размеры определяют использование высокоэффективных источников света большой единичной мощности.

Согласно санитарным нормам и правилам [8, 6], для освещения бассейнов, применимы металлогалогенные, люминесцентные лампы и светодиодные источники света. Допустимо применение ламп накаливания для аварийного освещения в тех случаях, когда применение разрядных ламп невозможно или нецелесообразно по технико-экономическим причинам.

Преимуществом применения для освещения небольших спортивных помещений линейных люминесцентных ламп является большой выбор таких светильников, а также многовариантность их размещения. Для высоких помещений же они менее пригодны в силу своей небольшой единичной мощности, а так же небольшой возможной установочной высоты. Следовательно, относительно невысокая стоимость люминесцентных светильников иногда нивелируется их большим количеством для достижения заданного уровня освещенности.

Неоспоримое преимущество же металлогалогенных ламп — малые габариты, а следовательно возможность применения различных видов отражателей и более эффективное распределение светового потока. Металлогалогенные лампы можно применять как для акцентированной подсветки объектов, так и для общего освещения (при использовании рассеивающих отражателей). А так же металлогалогенные лампы обычно используются при установке светильников на большой высоте (от 6 метров) и там, где требуется высокая эффективность системы освещения.

Но не стоит забывать, что прогресс не стоит на месте, и появляются новые источники света, такие как светодиоды, обладающие в свою очередь не малыми преимуществами перед другими источниками света [13].

Светодиодные светильники не заменимы при больших установочных высотах (свыше 6 метров), так как не требуют обслуживания, замены ламп и отсутствие ртути. Не маловажный фактор в пользу светодиодного освещения - это наличие у них защиты от перепада напряжения и серьезная устойчивость к механическим повреждениям.

У светодиодного освещения более высокая контрастность и цветопередача, четкое различие предметов и цветов [14]. Так как большинство водных видов спорта являются динамичными видами деятельности, очень важно в нем отсутствие эффекта стробоскопии (мерцания).

Световые приборы, применяемые для освещения бассейнов, отличаются очень широким разнообразием оптических систем и позволяют решать практически все задачи спортивного освещения, как для закрытых помещений, так и для открытых сооружений.

При проектировании системы освещения спортивного бассейна световые приборы выбираются с учетом общих габаритов освещаемого спортивного объекта, возможных мест их установки, а также с учетом требований по минимизации слепящего эффекта [15].

Световые приборы, применяемые для освещения бассейнов так же должны иметь высокую степень защиты от проникновений, обозначаемую двумя буквами IP и двумя цифрами. Первая цифра обозначает степень защиты от проникновения твердых механических предметов, вторая цифра показывает степень защиты от воздействия жидкости. Например, в обозначении IP 65 цифра 6 — это полная защита от пыли, а цифра 5 - защита от водяных струй с любого направления [16].

Существует несколько категорий светодиодных световых приборов для освещения бассейна:

1. Светильники для общего освещения помещения бассейна.

Они могут быть самыми разными: настенными, потолочными, накладными, встраиваемыми и т.д. (см. рис. 7, 9).



Рисунок 7- Светильник Эверест ДСП02, IP 65 [17]

Чаще всего такие осветительные приборы имеют промышленный дизайн (см. рис. 8), но так же встречаются и очень интересные модели с оригинальными конструктивными элементами. Есть и совсем необычные модели, которые превращают освещение бассейна в яркое световое шоу.



Рисунок 8 - Светильник LL Sport LiderLight (Словакия), IP 65, мощность до 180 Вт, светоотдача до 150 лм/Вт [18]



а



б

Рисунок 9 – Прожектор:

а - Аврора LED, IP 65; б - ПРОЛАЙТ ГО17, IP 65 [17]

2. Подводные светильники

Подводный светильник для бассейна — это возможность украсить водную гладь, одновременно придав ей воздушность и легкость (см. рис 10).

Данному типу осветительных приборов предъявляются повышенные требования, ведь они должны не только обеспечивать электрическую безопасность людям, плавающим в бассейне, но и иметь высокий уровень влагозащитности.



Рисунок 10 - Вариант оформления бассейна при помощи подводного светильника

Встраиваемые подводные светильники могут монтироваться и в стены бассейна, и в его дно (см. рис. 11). Они могут быть и накладными — все зависит только от того, какие цели преследует заказчик (см. рис. 12).



Рисунок 11 - Встраиваемый подводный светильник LP GB 150/9/12, IP 68 [19]

Если он желает создать четкие и ясные контуры световых пятен, то стоит остановить выбор на встраиваемых моделях. А если он предпочитает теплый и

слегка рассеянный свет, то выбор однозначно должен быть в пользу накладных светильников.



Рисунок 12 - Накладной подводный светильник В4В0602, IP 68 [19]

Выбирая подводные осветительные приборы для бассейна, обязательно нужно учесть некоторые моменты, которые могут стать в итоге «камнем преткновения»:

- Максимальная глубина установки. Данный параметр указывается производителем непосредственно на упаковке.
- Материал корпуса. Качественный светильник для бассейна должен изготавливаться только из пластика, нержавеющей стали или бронзы.

3.2 Размещение, монтаж и обслуживание световых приборов в помещении спортивного бассейна

Размещение светового оборудования в спортивных бассейнах подчиняется двух схемам: верхняя и боковая [20]. Варианты конструкции потолка могут включать дополнительное световое оборудование, которое решает отдельно поставленные задачи освещения или специальные эффекты. С точки зрения обслуживания световых приборов наиболее удобной и безопасной является расстановка оборудования по краям чаши бассейна (см.рис. 13, а, 14). Верхняя схема размещения потребует либо проведения монтажных работ над водой, либо осушения бассейна. (см. рис. 13, б)

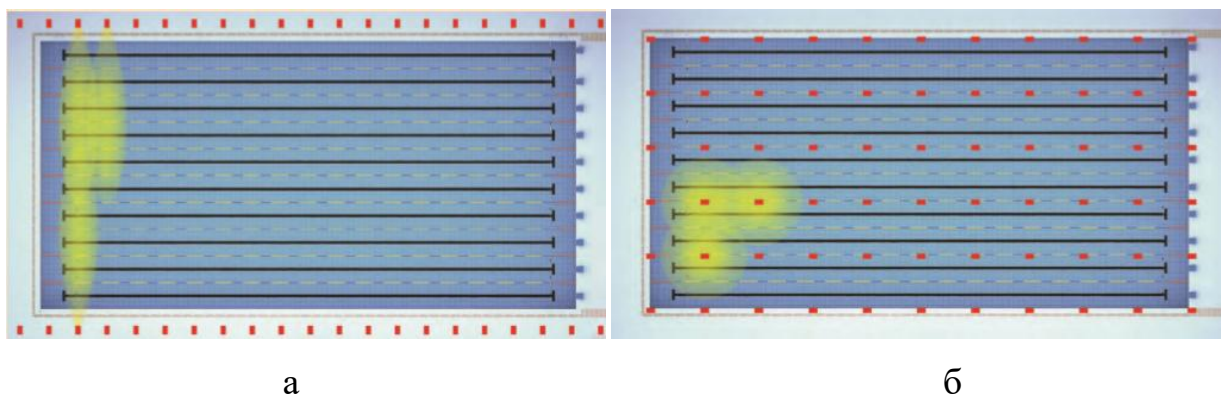


Рисунок 13 - Схема расстановки световых приборов [20]:

а – боковая; б – верхняя.

Обслуживание светильников должно быть максимально удобным и продуманным для высоких объектов. Иногда это актуально и для боковых схем расположения, когда происходит выход из строя или замена источников света затягивается. Недостаток освещения для спортивных сооружений не допустим по этим причинам.

Нормы [6] не запрещают устанавливать осветительное оборудование непосредственно над поверхностью воды (см. рис. 15). Поэтому при наличии мостков или других элементов, обеспечивающих легкий доступ к приборам, возможно применение верхней схемы расстановки.

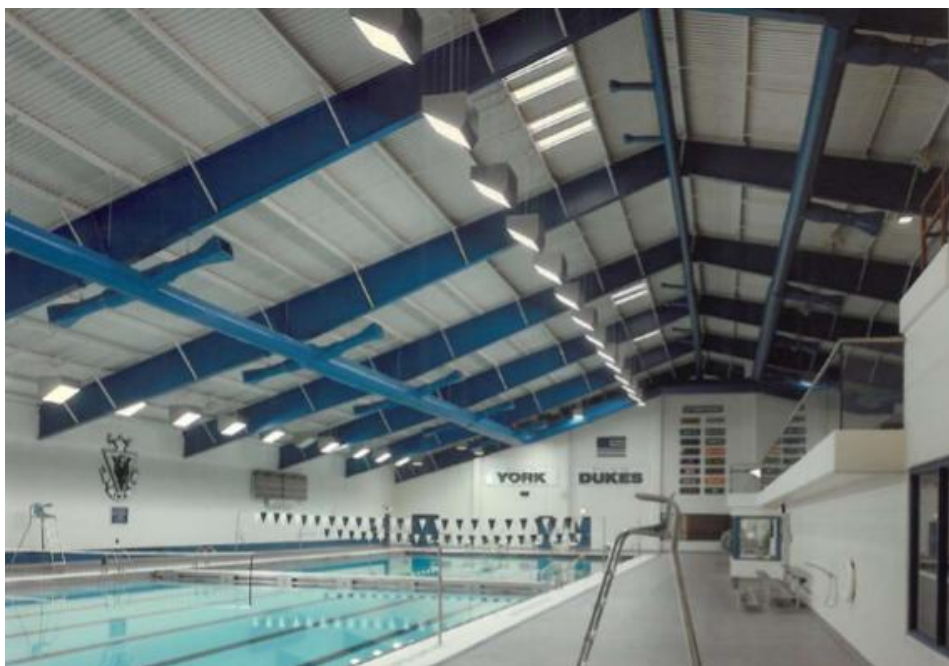


Рисунок 14 – Боковая схема расположения осветительной установки

При использовании прожекторных светильников мачты устанавливаются по продольным сторонам ванной бассейна, а при наличии трибун — за ними. Не менее 10 % суммарного светового потока при боковом и верхнебоковом освещении залов бассейнов или тренировочных занятий должно быть направлено на освещение потолка.



Рисунок 15 – Верхняя схема расположения осветительной установки, спортивный комплекс «Зенит», г. Ноябрьск, полуостров Ямал.

Важную роль в создании комфортных условий зрительной работы спортсменов и зрителей играет ограничение слепящего действия источников света.

Существует несколько способов уменьшения слепящего эффекта осветительной установки:

- снижением яркости светового прибора по направлению к глазу при помощи оптической системы, рассеивателей, экранирующих решеток, жалюзи;
- применением рациональной системы освещения, т.е. размещением и направлением светового прибора в соответствии со спортивной технологией.

Так, для большинства водных видов спорта характерно продольное перемещение спортсменов. В связи с этим световые приборы должны располагаться в виде групп или линий, параллельных продольной оси бассейна, а для уменьшения слепящего действия их целесообразно максимально удалять от продольной оси. Это приводит к рекомендации системы «верхнебокового» освещения.

Снижение слепящего действия достигается также повышением яркости адаптации спортсменов и зрителей за счет уменьшения неравномерности распределения яркости в поле зрения: освещением трибун для зрителей, окраской стен и потолков помещения с чашей бассейна в светлые тона, направлением потока светового прибора в верхнюю полусферу [21].

При освещении ванн бассейнов устранить блики с поверхности воды, даже при легком волнении, сложно. Блики от искусственного и от естественного освещения важно учитывать совместно. Один из способов снизить воздействие на тренеров, зрителей и судей бликов на поверхности воды – применение подводного освещения, которое увеличивает яркость стенок ванны.

Светильники с лампами устанавливаются по продольным сторонам ванны на глубине около 1 м от поверхности воды и направляются вверх с превышением горизонтального уровня на 10° , чем достигается полное отражение их света у поверхности воды и он не попадает в глаза участников, зрителей, су-

дей. В ваннах для прыжков в воду и в глубокой (предназначенной для прыжков) части универсальных ванн на глубине 3 м устраивается второй ряд подводных светильников. В России устройство подводного освещения рекомендуется только в ваннах для синхронного плавания, для представлений в воде при наличии стационарных трибун для зрителей [11].

При монтаже осветительных установок спортивных сооружений [22], независимо от их масштаба и назначения, следует обращать особое внимание на необходимость жесткого крепления осветительного прибора. Устройства, с помощью которых осуществляется установка осветительного прибора, должны надежно закреплять их в расчетном положении.

Размещение прожекторов обычно осуществляется на специальных прожекторных площадках, расположенных на мачтах.. Если прожекторы не имеют постоянной фокусировки источника света, они перед установкой должны быть сфокусированы.

После наладки осветительной установки желательно проконтролировать полученные результаты. Это можно сделать с помощью люксметра. Проводя измерения люксметром, необходимо следить за правильностью положения измерительной поверхности фотоэлемента, которая должна находиться при измерении строго горизонтально или вертикально в соответствии с измеряемой величиной. Расположение контрольных точек измерения освещенностей желательно выбирать в соответствии с рекомендациями Международной комиссии по освещению [11].

После выполнения наладки и контроля прожекторной осветительной установки рекомендуется нанести отметки или риски на подвижные и неподвижные части основания прожектора с тем, чтобы после поворотов прожектора в процессе эксплуатации можно было легко восстановить его расчетное положение.

Осветительные установки со светильниками в специальной наладке не нуждаются. Нужно только проследить за правильностью монтажа светильников

в соответствии с проектом. При помощи люксметра выполняется контроль освещенности.

Групповая замена ламп способствует сокращения затрат рабочей силы при замене ламп и количества отказов источников света во время спортивного сезона. Особенно хорошие результаты могут быть достигнуты, если групповая замена ламп совмещается с чисткой осветительных приборов. После замены ламп прожекторы должны быть заново отфокусированы и точно направлены.

Планово-предупредительный осмотр, проверка и ремонт оптических приборов, сетей электропитания производится по графику в сроки, устанавливаемые службой главного энергетика спортивного сооружения.

4 Компьютерное проектирование освещения спортивных объектов с помощью программы DIALux

С появлением средств компьютерного проектирования возможности реализации осветительной установки подвергаются вариативности решений композиции до формирования конечного результата.

Поиск оптимального решения - трудоемкая и кропотливая работа для светотехника-проектировщика. Создание 3D-модели объекта одна из основных частей проектирования, дальнейшая же работа отводится на выбор и расстановку светового оборудования, анализу и интерпретации полученных результатов. Каждый новый шаг при поиске оптимального решения ведет к повторному расчету и формированию промежуточных и конечных результатов светотехнического состояния объекта с учетом норм и правил искусственного освещения, приведенных в нормативных документах по освещению, в том числе и зарубежных спортивных сообществ и изданий.

Компьютерное проектирование практической части данной работы выполнено с помощью программы DIALux [23], с помощью которой решаются вопросы планирования и освещения объектов уже более 20 лет.

Интерактивные ресурсы поиска и ввода светотехнических данных (светильников, спортивного инвентаря и текстур), при необходимости возможность корректировки светотехнических параметров, удобный интерфейс, гибкие настройки вывода результатов на печать – все эти преимущества делают эту программу наиболее удобной для расчета освещенности спортивных объектов, в том числе спортивных бассейнов.

4.1 Представление и анализ освещения бассейна спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г. Томск

Для представления и анализа освещения бассейна спорткомплекса «Победа», г. Томск были использованы различные материалы: фотографии помещения с бассейном (см. рис. 5), фотографии осветительной установки (см. рис. 4) и технический план помещения (см. рис. 16).

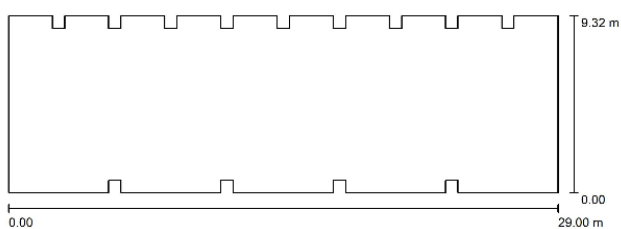


Рисунок 16 - Технический план помещения бассейна, спорткомплекс «Победа», г. Томск

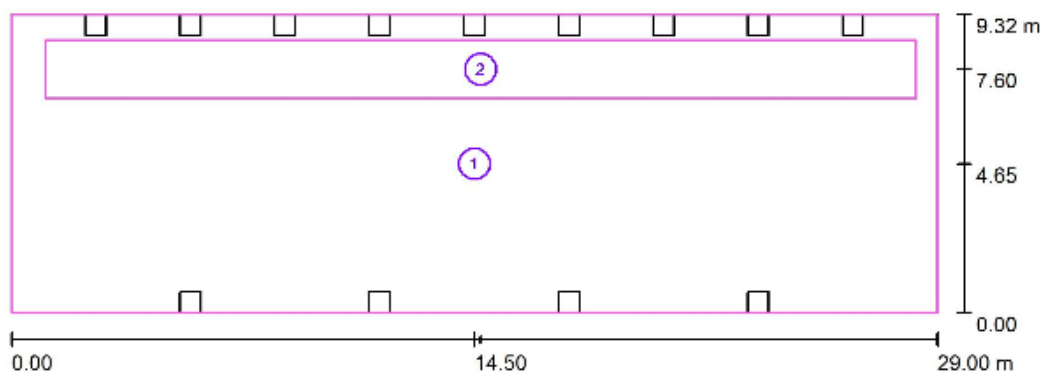
Поскольку один из бортов чаши бассейна располагается на 0,6 метра выше другого борта, измерения освещенностей, произведенные по периметру чаши проводились на разных уровнях (см. рис. 6) и для расчета распределения освещенности в программе DIALux были введены расчетные поверхности на соответствующих уровнях (см. рис. 17).

Во внимание был принят и тот факт, что на момент измерений не все световые приборы находились в рабочем состоянии (см. рис. 4).

Для проектирования осветительной установки были использованы светотехнические ies-файлы, в которых указаны параметры световых приборов с люминесцентными источниками света (см. рис. 17), идентичных тем, что и применены на объекте исследований.

Используемый световой прибор из серии светильников для промышленного освещения с степенью IP65. Его крепление возможно на поверхность потолка и стен, а также на подвесах в помещении или под навесом. На объекте

исследований осветительная установка имеет «верхнебоковое» расположение световых приборов, крепление осуществляется на металлической конструкции.



а

№	Обозначение	Позиция [m]			Величина [m]		Вращение [°]		
		X	Y	Z	L	B	X	Y	Z
1	Расчетные поверхности 1	14.500	4.650	4.100	29.000	9.300	0.000	0.000	0.000
2	Расчетные поверхности 2	14.700	7.600	5.200	27.250	1.800	0.000	0.000	0.000

б

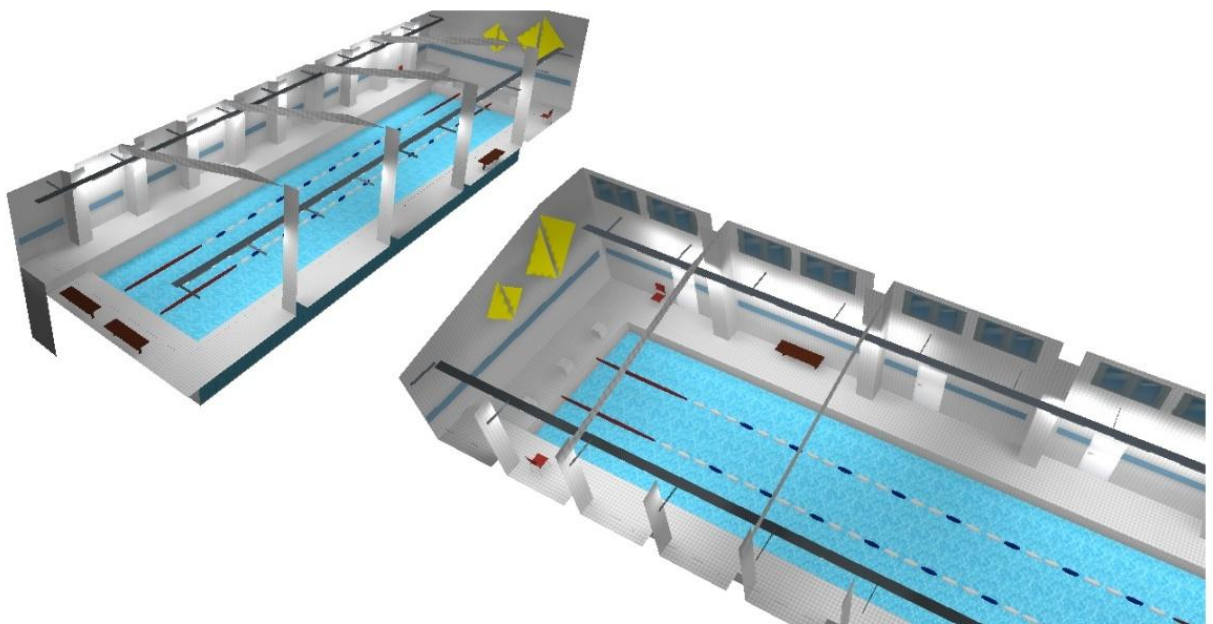
Рисунок 17 – Расчетные поверхности:

а – схема расположения; б – список и координаты расчетных поверхностей:
 расчетные поверхности 1 – расчетные данные освещенности на высоте $h = 1,1$ м, расчетные поверхности 2 – расчетные данные освещенности на высоте $h = 1,9$ м.

В результате анализа приведенных данных (см. подглаву 1.2 настоящей работы) была построена 3D-модель (см. рис 18) данного объекта - спортивного сооружения в светотехнической программе DIALux.



а



б

Рисунок 18 - 3D-модель помещения бассейна, спорткомплекс «Победа», г. Томск:

а - вид сбоку; б – вид сверху.

А так же было рассчитано и представлено распределение освещенности в двух случаях:

- ситуация на момент измерений – в рабочем состоянии 24 из 30 световых приборов (см. рис. 19);

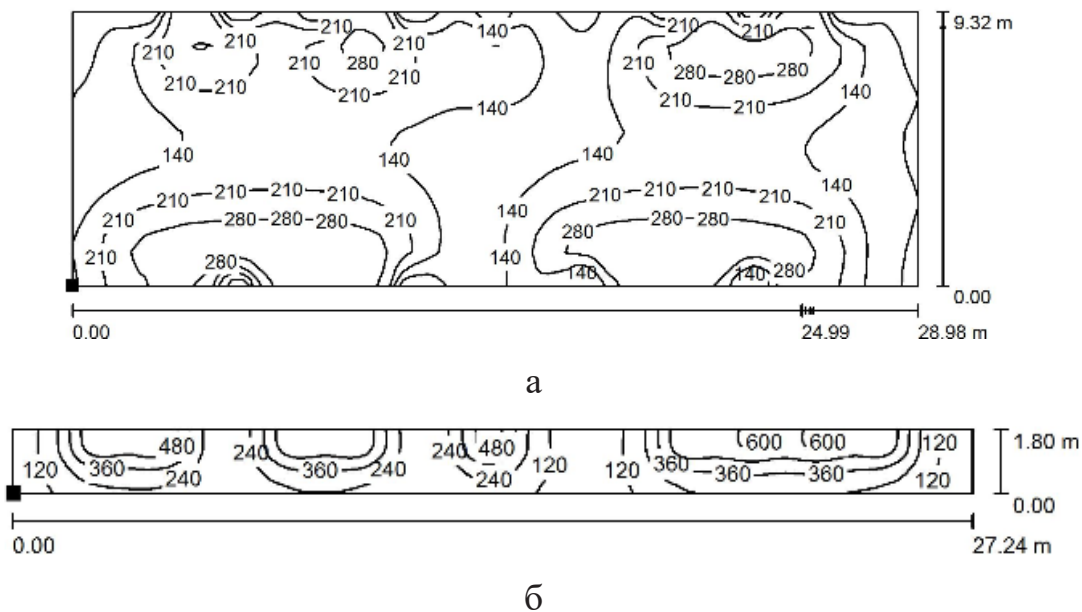


Рисунок 19 – Распределение освещенности:

а – на высоте $h = 1,1$ м; б – на высоте 1,9 м, вышерасположенный борт чаши бассейна.

- все световые приборы включены – 30 штук (см. рис. 20).

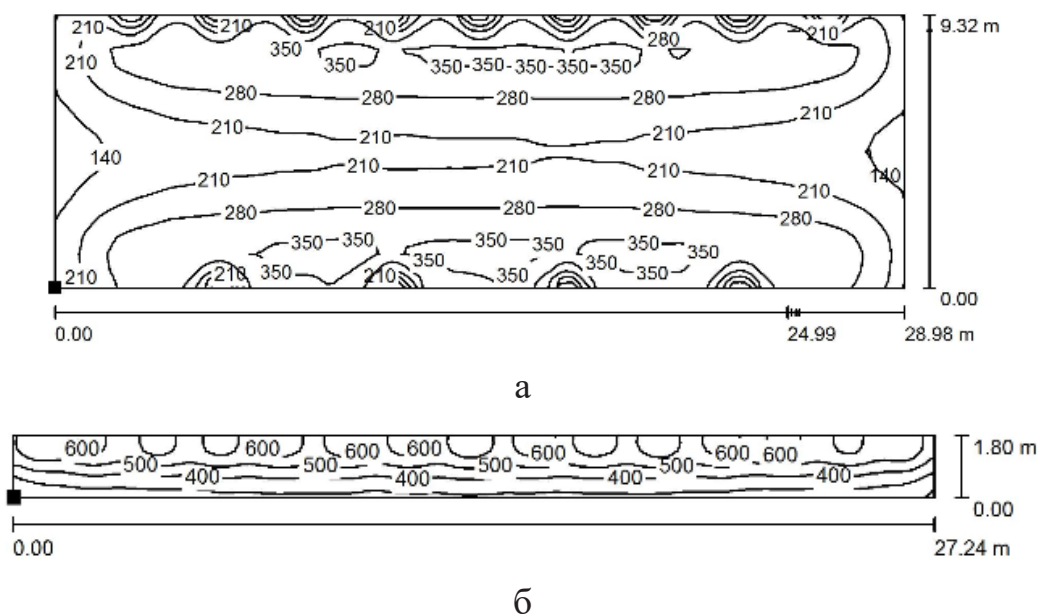


Рисунок 20 – Распределение освещенности:

а – на высоте $h = 1,1$ м; б – на высоте 1,9 м, вышерасположенный борт чаши бассейна.

Анализируя уровень освещенности в обеих ситуациях можно сказать, что освещение спортивного бассейна спорткомплекса «Победа», г. Томск соответствует санитарным нормам и правилам. Однако, возможны и более эффективные варианты освещения этого объекта, учитывающие «минусы» действующей осветительной установки:

- стробоскопический эффект (эффект мерцания),
- невысокий срок службы, следовательно, и более частые работы по обслуживанию и замене ламп,
- большое количество световых приборов в силу небольшой единичной мощности светильника,
- незащищенность от механических повреждений,
- невысокая световая отдача.

4.2 Предложения по модернизации осветительной установки на базе существующего объекта

Основываясь на данных, приведенных в 2 и 3 главах настоящей работы, в качестве варианта модернизации осветительной установки на базе существующего объекта исследований был предложен и разработан вариант освещения с применением светодиодного оборудования. Эффективность предложенного варианта осветительной установки подтверждена результатами трехмерного компьютерного проектирования и светотехническими расчетами в светотехнической программе DIALux .

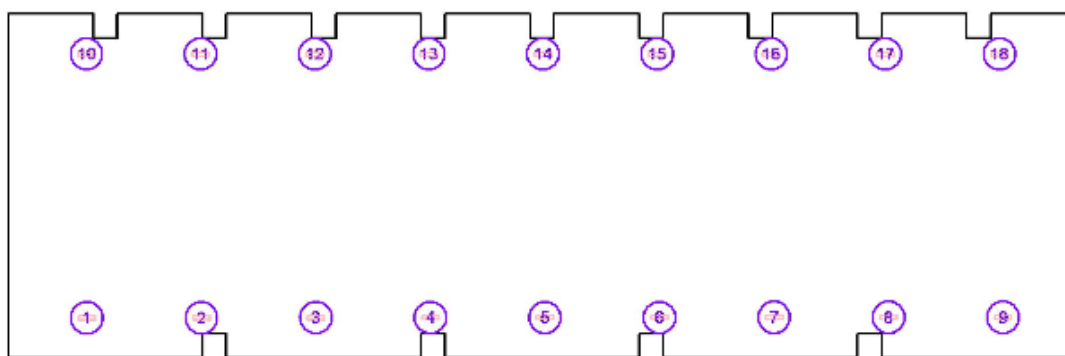
Для проектирования светодиодной осветительной установки был применен энергоэффективный светильник серии HB LED [24], состоящий из двух светодиодных модулей, двух соединяющих кронштейнов и элемента подвеса – лиры (см. рис. 21). Световой поток данного светильника составляет 7000 лк, а мощность 75 Вт.



Рисунок 21 - Светильник HB LED 76 D100 5000K

Главными достоинствами светильника являются высокая световая отдача – 93 лм/Вт, оригинальная система отведения тепла, обеспечивающая стабильность характеристик на протяжении всего срока службы, возможность регулировки угла наклона к опорной поверхности и модулей относительно лиры на угол от 0° до 45°.

При помощи программы DIALux было рассчитано необходимое количество и расположение (см. рис. 22) световых приборов для обеспечения освещенностей, установленных санитарными нормами и правилами (см. табл. 4) и спроектирована осветительная установка с данным светодиодным оборудованием.



а

№	Позиция [m]			Вращение [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.250	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
2	5.350	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
3	8.450	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
4	11.550	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
5	14.650	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
6	17.750	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
7	20.850	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
8	23.950	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
9	27.050	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
10	2.130	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
11	5.230	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
12	8.330	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
13	11.430	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
14	14.530	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
15	17.630	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
16	20.730	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
17	23.830	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
18	26.930	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0

б

Рисунок 22 – Световые приборы в светодиодной осветительной установке:

а – схема расположения; б – координаты расположения.

Световых приборов в предлагаемой установке 18 штук, создающих общий световой поток 142974 лм (см. рис. 23, а), в то время как в действующей осветительной установке используется 30 светильников, создающих общий

световой поток 13159 лм (см. рис. 23, б), что свидетельствует о более эффективной работе световых приборов со светодиодными источниками света.

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	18	Lighting Technologies HB LED 76 D100 5000K (1.000)	7943	7943	75.0
			Всего: 142974	Всего: 142974	1350.0

а

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	30	Lighting Technologies LZ 236 (1.000)	4385	6700	72.0
			Всего: 131559	Всего: 201000	2160.0

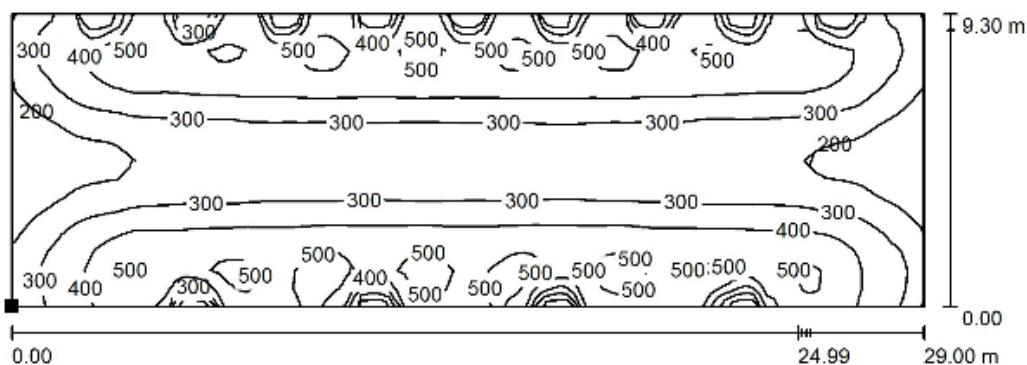
б

Рисунок 23 – Ведомость светильников:

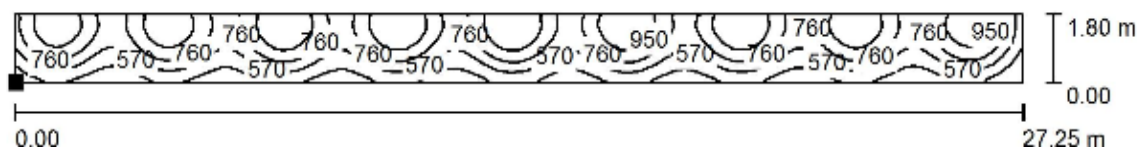
а – предлагаемая установка со светодиодными источниками света;

б – действующая осветительная установка.

Распределение освещенности при использовании светодиодного оборудования представлено на рисунке 24, а с 3D-моделью предлагаемой осветительной установки можно ознакомиться на рисунке 25.



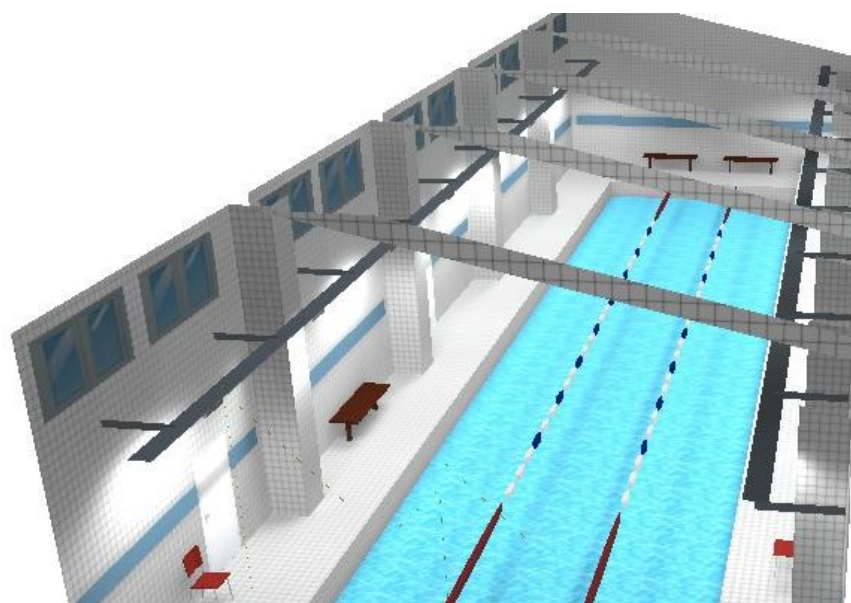
а



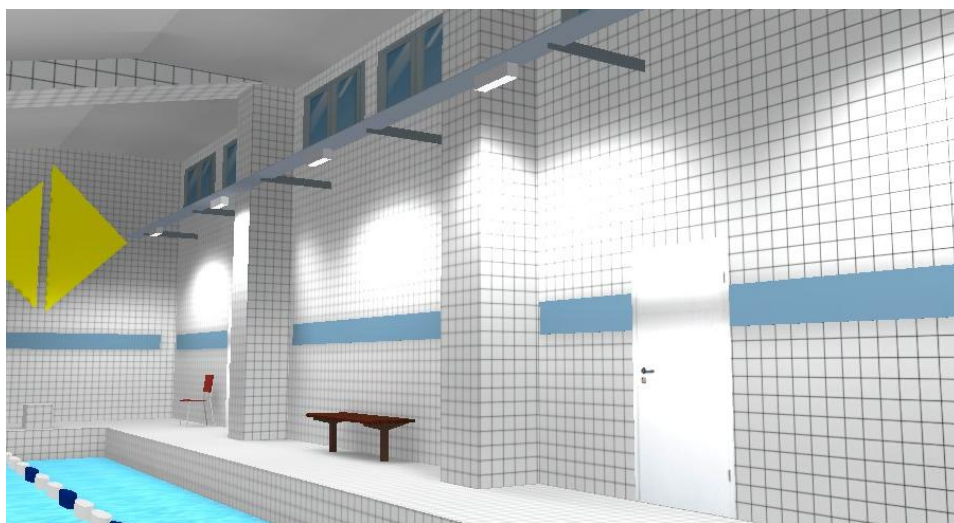
б

Рисунок 24 – Распределение освещенности:

а – на высоте $h = 1.1$ м; б – на высоте 1.9 м, вышерасположенный борт чаши бассейна.



а



б

Рисунок 25 - 3D-модель помещения бассейна, спорткомплекс «Победа», г. Томск, осветительная установка с применением светодиодного освещения:

а - вид сверху; б – осветительная установка.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная деятельность данного научно-исследовательского проекта связана с изучением вопросов о современном состоянии светотехнических решений в области освещения спортивных бассейнов и модернизации осветительной установки спортивного бассейна спорткомплекса «Победа», г. Томск.

Целенаправленное поддержание качественного и многофункционального освещения спортивных помещений носит актуальный характер, а также приобретает некоторую воспитательную функцию при формировании здоровья и развития подрастающего поколения.

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- оценка коммерческого и инновационного потенциала исследования;
- составление календарного плана и графика работ;
- оценка стоимости материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов исследования,
- оценка ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности.

5.1. Оценка коммерческого потенциала проекта

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В направлении освещения спортивных бассейнов проектная организация осуществляет ряд услуг, исходя из этого, можем сегментировать рынок потребителей по критерию оказываемых услуг. В отрасли освещения спортивных бассейнов наиболее часто осуществляется такие виды деятельности как создание новой осветительной установки, модернизация уже существующей осветительной установки и подготовка технических отчетов (см. рис. 26).

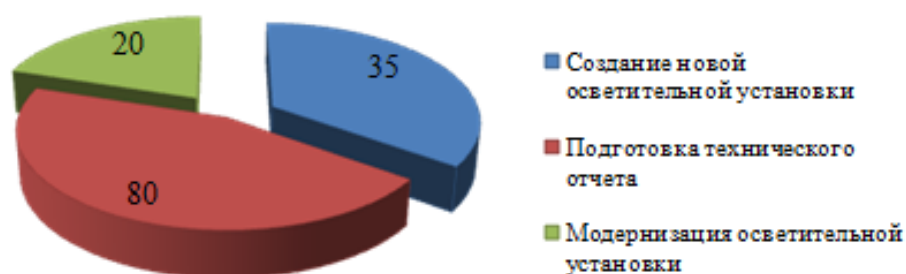


Рисунок 26 – Диаграмма востребованности услуг в области освещения спортивных бассейнов

Для того, что бы понять, в направлении какой деятельности развиваться создадим карту сегментирования (см. табл. 5).

Таблица 5 – Карта сегментирования

	Создание новой осветительной установки	Модернизация осветительной установки	Подготовка технического отчета
ЗАО «Физтех-Энерго»	Желтый		Желтый
ООО «Световые системы»		Синий	Синий
ВКР		Красный	Красный

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Конкурентом предложенной осветительной установки со светодиодными источниками света является осветительная установка с люминесцентными источниками света. Для того, что бы в этом убедиться составим оценочную карту (см. табл. 6)

Осветительная установка со светодиодными источниками света – это будущее светотехники. Заинтересовать потребителя меньшей стоимостью услуг не получится, но показав возможности энергоэффективности и отсутствия дополнительных работ (замена ламп и обслуживание) возможно, будет эффективным способом привлечения потребителей. Сохранить партнерские отношения для дальнейшего обслуживания объекта поможет быстрое и качественное исполнение заказа.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Люминесцентные источники света	Светодиодные источники света	Люминесцентные источники света	Светодиодные источники света
1	2	3	5	6	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышенная производительность труда пользователя	0,09	1	4	0,09	0,36
Удобство в эксплуатации	0,09	2	4	0,18	0,36
Надежность	0,09	3	2	0,27	0,18
Уровень шума	0,09	1	2	0,09	0,18
Безопасность	0,09	1	3	0,09	0,27

Простота эксплуатации	0,09	1	4	0,09	0,36
Экономические критерии оценки эффективности					
Конкурентоспособность продукта	0,09	3	2	0,27	0,18
Уровень проникновения на рынок	0,09	3	1	0,27	0,09
Цена	0,09	4	1	0,36	0,09
Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	3	5	0,27	0,45
Послепродажное обслуживание	0,09	3	5	0,27	0,45
Итого:	1	25	33	2,25	2,97

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – (Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности и Threats – угрозы) - представляет собой комплексный анализ исследования внешней и внутренней среды научно-исследовательского проекта (см. табл.7)

Таблица 7– SWOT–анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта (С):</p> <p>С1. Низкий уровень потребления электроэнергии;</p> <p>С2. Отсутствие дополнительных работ по обслуживанию осветительных установок;</p> <p>С3. Долгий срок службы;</p> <p>С4. Соответствие модным тенденциям;</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта (СЛ):</p> <p>СЛ1. Высокая стоимость световых приборов;</p> <p>СЛ2. Сложность в ремонте;</p>
<p>Возможности (В):</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры НИ ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок;</p>	<p>В течение работы над проектом будет разработана осветительная установка с меньшим уровнем энергопотребления, которая позволит повысить популярность светодиодных технологий</p>	<p>Использование инфраструктуры ТПУ</p>
<p>Угрозы (У):</p> <p>У1. Введение дополнительных требований к осветительным установкам спортивных бассейнов;</p> <p>У2. Отсутствие спроса;</p> <p>У3. Преждевременный выход из строя светового прибора;</p>	<p>Долгий срок службы светового прибора может вызвать «переполнение» рынка</p>	<p>В случае выхода из строя светового прибора произвести ремонт самостоятельно потребитель не сумеет. В связи с этим, необходимы дополнительные рекомендации по эксплуатации.</p>

По полученным данным можно сделать следующие выводы, что возможности совместно с сильными сторонами благоприятствуют развитию рынка и спроса на производимый товар. Возможные угрозы: высокая стоимость световых приборов может сильно ослабить позиции данного предложения на рынке.

5.2 Планирование научно-исследовательского проекта

5.2.1. Структура работ

Для выполнения работ формируется группа, в состав которой входят заинтересованные стороны проекта: руководитель и студент-дипломник (см. табл. 8).

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент-дипломник
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент-дипломник
	3	Выбор моделей и способов анализа	Студент-дипломник
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение измерений на объекте исследований: бассейн спорткомплекса «Победа», г. Томск	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	6	Разработка 3D-модели исследуемого объекта	Студент-дипломник
	7	Обработка и анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник
	8	Предложения по модернизации осветительной установки	Руководитель, студент-дипломник
	9	Научное обоснование результатов и выводы	Руководитель, студент-дипломник
	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основной частью стоимости работ составляют трудовые затраты, следовательно, важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Экспертным путем определяется трудоемкость выполнения работ и оценивается в человеко-днях, а так же носит вероятностный характер, поскольку зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работ с № 1 по №11 (результаты расчетов представлены в таблице 5.

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кГ}}{T_{кГ} - T_{вД} - T_{пД}},$$

где $T_{кГ}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пД}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кГ}}{T_{кГ} - T_{вД} - T_{пД}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1.45,$$

тогда следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. Результаты расчетов приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения ВКР

№ работы	Исполнители	Продолжительность работ				
		t _{min} , чел.-дн.	t _{max} , чел.-дн.	t _{ож} , чел.дн.	T _p , раб.дн.	T _к , кал.дн.
1	Руководитель, студент-дипломник	1	4	2	1	2
2	Руководитель, студент-дипломник	15	40	25	25	36
3	Студент-дипломник	5	14	9	5	7
4	Руководитель, студент-дипломник	4	15	8	4	6
5	Студент-дипломник	12	27	18	9	13
6	Студент-дипломник	4	14	8	8	12
7	Студент-дипломник	5	16	9	9	13
8	Руководитель, студент-дипломник	1	5	3	3	4
9	Руководитель, студент-дипломник	2	14	7	4	6
10	Руководитель, студент-дипломник	2	7	4	4	6
11	Студент-дипломник	2	7	4	4	6
Итого						111


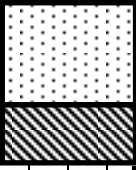



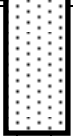
По данным таблицы 9 видно, что в исследовании для данной работы задействовано два человека (руководитель и студент-дипломник), а на выполнение работы требуется 111 календарных дней.

5.2.3 Разработка графика выполнения научно-исследовательского проекта

В качестве графика можно использовать диаграмму Ганта, в которой работы представлены временными отрезками, имеющими даты начала и даты окончания процессы данных работ.

График строится в рамках таблицы 9 с разбивкой по месяцам и неделям (7 дней) за период времени всех работ. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за тот или иной этап работу (см. табл. 10).

Таблица 10 – Диаграмма Ганта

№ раб.	Вид работы	Исполнители	T _к кал.д н.	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент-дипломник	2					
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент-дипломник	36					
3	Выбор моделей и способов анализа	Студент-дипломник	7					
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник	6					
5	Проведение измерений на объекте исследований: бассейн спорт-комплекса «Победа», г. Томск	Студент-дипломник	13					
6	Разработка 3D-модели исследуемого объекта	Студент-дипломник	12					

5.3 Бюджет научно-исследовательского проекта

Достоверное и максимально полное отражение всех видов расходов обязательное условие при планировании бюджета научно-исследовательского проекта. При формировании бюджета работ по проекту применимы следующие затраты:

- материальные затраты научно-исследовательского проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

5.3.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт, кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Единицы измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы (Зм), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	245	230	269
Ручка	шт	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	450	450	450	517,5	517,5	517,5
Картридж	шт	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Электроэнергия	кВт/ч	34	39	41	2,7	2,7	2,7	105,5	121,1	127,31
Итого:								2041	2041,6	2086,81

5.3.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов). В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 12.

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя равна примерно 30000 рублей, а студента 3700 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где $K_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 34500 рублей, студента – 4255 рублей.

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

№ раб	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент-дипломник	2	2	2	3,6	3,6	3,6	7,2	7,2	7,2

2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент-дипломник	14	15	15	0,8	0,8	0,8	11,2	12	12
3	Выбор моделей и способов анализа	Студент-дипломник	3	1,5	3	4,4	4,4	4,4	13,2	5,9	13,2
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник	2	1	1,5	4,4	4,4	4,4	8,8	4,4	6,6
5	Проведение измерений на объекте исследований: бассейн спорткомплекса «Победа», г. Томск	Студент-дипломник	8	8	8	4,4	4,4	4,4	35,2	35,2	35,2
6	Разработка 3D-модели исследуемого объекта	Студент-дипломник	7	9	8	0,8	0,8	0,8	5,6	7,2	6,4
7	Обработка и анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник	5	6	5	0,8	0,8	0,8	4	4,8	4
8	Предложения по модернизации осветительной установки	Руководитель, студент-дипломник	2	2	2	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6
9	Научное обоснование результатов и выводы	Руководитель, студент-дипломник	2	2,5	3	4,4	4,4	4,4	8,8	11	13,2
10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник	6	5	6	0,8	0,8	0,8	4,8	4	4,8
11	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	6	5	6	0,8	0,8	0,8	4,8	4	4,8
Итого:									105,2	97,3	109

5.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 13 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель проекта	61200	54000	63000	9180	8100	9450
Студент-дипломник	39200	40000	41200	5880	6000	6180
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнение 1	27208,4					
Исполнение 2	25474					
Исполнение 3	28238,2					

5.3.4 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\sum \text{статей} \right) \cdot K_{\text{нр}},$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

- при первом исполнении $Z_{\text{накл}} = 144709,4 \cdot 0,16 = 23153,5$;
- при втором исполнении $Z_{\text{накл}} = 134810,6 \cdot 0,16 = 21569,7$;
- при третьем исполнении $Z_{\text{накл}} = 150155 \cdot 0,16 = 24024,8$.

5.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Материальные затраты проекта	2041	2041,6	2086,81
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-	-	-
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	100400	93300	104200
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	15060	13995	15630
Отчисления во внебюджетные фонды	27208,4	25474	28238,2
Накладные расходы	23153,5	21569,7	24024,8
Бюджет затрат	167862,9	156380,3	174179,8

5.4 Определение ресурсной и финансовой эффективности научно-исследовательского проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

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

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{167862,9}{174179,8} = 0,96, I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{156380,3}{174179,8} = 0,9, I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{174179,8}{174179,8} = 1$$

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

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (см. табл. 15).

Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследований	Весовой коэффициент параметра	Светодиодные источники света	Люминесцентные источники света	Металлогалогенные источники света
Критерии				
1. Уровень новизны	0,1	10	5	5
2. Энергосбережение	0,3	10	6	5
3. Надежность	0,2	8	8	8
4. Возможность реализации	0,1	8	8	8
5. Стоимость	0,3	2	5	6
ИТОГО	1	38	32	32

$$I_{p\text{-светодиодные}} = 10 \cdot 0,1 + 10 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,3 = 7$$

$$I_{p\text{-люминесцентные}} = 5 \cdot 0,1 + 6 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 = 6,2$$

$$I_{p\text{-металлогалогенные}} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 + 8 \cdot 0,2 + 8 \cdot 0,1 + 6 \cdot 0,3 = 6,2$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр}}$$

$$I_{исп1} = \frac{7}{0,96} = 11,49, \quad I_{исп2} = \frac{6,2}{0,9} = 6,89, \quad I_{исп3} = \frac{6,2}{1} = 6,2.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения проекта позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл. 16) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{испi}}{I_{исп\ max}}$$

Таблица 16 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Светодиодные источники света	Люминесцентные источники света	Металлогалогенные источники света
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	0,9	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	7	6,2	6,2
3	Интегральный показатель эффективности	11,49	6,89	6,2
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,6	0,54

Исходя из раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» можно сделать следующие выводы по проекту:

1. Согласно оценке коммерческого и инновационного потенциала проекта возможности совместно с сильными сторонами благоприятствуют развитию рынка и спроса на производимый товар. Возможные угрозы: высокая стоимость световых приборов может сильно ослабить позиции данного предложения на рынке.

2. При составлении календарного плана проекта было рассчитано требуемых календарных работ – 111 дней, а для выполнения работ над проектом задействовано 2 человека, а так же была использована диаграмма Ганта, позволяющая скоординировать план работ.
3. Бюджет научно-технического проекта в зависимости от исполнения составил 167862,9 рублей, 156380,3 рублей и 174179,8 рублей соответственно.
4. Оценка ресурсоэффективности проекта показала, что проект в исполнении 1 - со светодиодными источниками света - является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе, поскольку интегральный показатель и сравнительная эффективность исполнения со светодиодными источниками света выше остальных вариантов исполнения.

При написании дипломного проекта основным видом работы является анализ действующих осветительных установок (ОУ), приводятся рекомендации по модернизации и проведению измерений на территории спортивного объекта - бассейна, предлагается альтернативный вариант ОУ для освещения бассейна, расположенного на территории спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г. Томск, а так же проектирование 3D-модели помещения исследуемого объекта.

Основным рабочим местом служила учебная аудитория Национального Исследовательского Томского политехнического университета (№ 248, к. 16-в).

В ходе выполнения ВКР разрушительных воздействий на окружающую среду не производилось, тем не менее, при работе с компьютерной техникой инженер-проектировщик подвергается воздействию ряда вредных факторов. Данный раздел ВКР посвящается анализу факторов, негативно влияющих на инженера-проектировщика, и на основе действующих нормативных документов будут приведены рекомендации по минимизации данного вредного влияния.

6.1 Производственная безопасность

Таблица 17 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы [25]

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [25])		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
<p>Проектировочные работы:</p> <p>1) анализ действующей ОУ;</p> <p>2) приведение рекомендации по модернизации ОУ и проведению измерений на территории исследуемого объекта – бассейна спорт-комплекса «Победа», г. Томск;</p> <p>3) проектирование 3D-модели помещения исследуемого объекта и ОУ, расположенных на территории данного объекта;</p>	<p>1. Отклонение показателей климата в помещении;</p> <p>2. Превышение уровней шума и вибрации;</p> <p>3. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>4. Нервно-психические перегрузки;</p>	<p>1. Электробезопасность;</p> <p>2. Пожаровзрывоопасность;</p>	<p>1. СанПиН 2.2.4-548-96 [26]</p> <p>2.. ГОСТ 12.1.003-2014 [27]</p> <p>3. ФЗ 123 [28]</p> <p>4. СП 52.13330.2011 [8]</p>

6.1.1 Анализ вредных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

В помещениях, где применимы компьютеры, должны быть соблюдены определенные параметры микроклимата. Основными факторами, характеризующими микроклимат производственной среды, являются температура, подвижность и влажность воздуха. Для поддержания необходимых параметров микроклимата в рабочей зоне применимы различные виды систем вентиляции, кондиционирование воздуха и отопление. Время года и количество избыточного тепла в помещении должны быть учтены при нормировании метеорологических условий в производственных помещениях. В санитарных нормах СанПиН 2.2.4.548-96 [26] установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 18). Работа инженера-проектировщика относится к категории работ Ia, поскольку работа производится сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением.

Таблица 18 – Параметры микроклимата для категории работ Ia.

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность воздуха	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25 °С
	Относительная влажность воздуха	40 - 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 - 0,2 м/с

Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 19 [29].

Таблица 19 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры.

Объем помещения, м ³	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ /на одного человека в час
до 20	Не менее 30
20 - 40	Не менее 20
Более 40	Естественная вентиляция

Согласно паспорту лаборатории обеспечивается поддержание температуры на уровне 22 - 24°С, относительная влажность в помещении 40-60 %, скорость движения воздуха 0,1 м/с, данные значения поддерживаются автоматической системой кондиционирования.

2. Повышенный уровень шума на рабочем месте

При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные изменения: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором находится лаборатория, удалено от сильных источников шума: центральных улиц, автомобильных и железных дорог, аэропортов и т.д.

Шум на рабочем месте создается внутренними источниками: техническими средствами, устройством кондиционирования воздуха и другим оборудованием.

Для снижения шума следует применять рациональное расположение оборудования, ослабить шум самих источников, в частности, предусмотреть применение в их конструкциях акустических экранов, звукоизолирующих кожухов, а потолок и стены в помещении должны быть облицованы звукопоглощающими материалами.

В лаборатории уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения в 50 дБА, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014 [27].

3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Требования к освещенности рабочего места инженера проектировщика:

- освещенность должна соответствовать характеру зрительной работы;
- величина освещенности должна быть постоянна во времени;
- должны отсутствовать пульсации светового потока ИС.

Требование к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие при выполнении работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, а комбинированная – 750 лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности – 200 и 300 лк соответственно [8].

В качестве источников искусственного освещения на рабочем месте используются люминесцентные лампы, которые попарно объединены в светильники. Эти светильники располагаются над рабочими поверхностями в равномерно-прямоугольном порядке (см. рис 27).

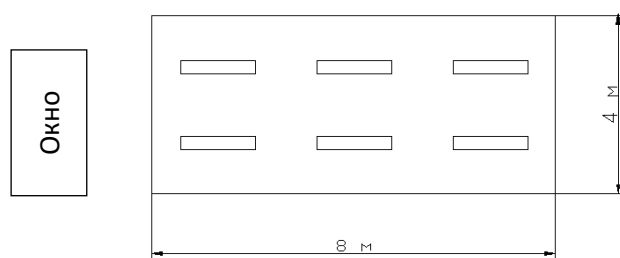


Рисунок 27 - План расположения световых приборов.

Произведем расчет искусственного освещения помещения методом коэффициента использования [30].

Для освещения 248 аудитории применяются открытые двухламповые светильники с люминесцентными лампами.

Основные характеристики ламп ЛБ:

Мощность 40 Вт;

Ток лампы 0,43 А;

Световой поток 3200 лм.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

где A - длина помещения, м; B - ширина помещения, м; h - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 4}{2 \cdot (8 + 4)} = 1,33$$

В нашем случае коэффициент отражения стен $\rho_c = 50\%$.

Выбор освещенности помещения осуществляем согласно СП 52.13330.2011. [8], из которых минимальная освещенность $E_{\min} = 300$ лк. Учитывая, что в помещении 6 светильников и в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп $N=12$. Тогда световой поток лампы равен:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 32 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,48} = 2750 \text{ лк.}$$

Сравниваем полученную величину светового потока с серийной, которая составляет 3200 лм.

$$-10 \leq \frac{\Phi_{\text{станд}} - \Phi_{\text{расч}}}{\Phi_{\text{станд}}} \cdot 100\% \leq 20$$

$$-10 \leq \frac{3200 - 2750}{3200} \cdot 100\% \leq 20$$

Получаем $-10 \leq 14,06 \leq 20$, что соответствует стандартным нормам освещения помещений, где установлены компьютеры, с освещённостью 300 лк.

4. Нервно-психические перегрузки

Данный вид вредных факторов возникает в случае неравномерного распределения времени при работе и отдыхе. В случае если на отдых отводится

недостаточно времени у проектировщика, возникают жалобы на головную боль, перенапряжение зрительного аппарата, раздражительность, неудовлетворенность работой, вследствие чего возникает проблема со сном, боли в мышцах, шее и пояснице.

Решением данной проблемы является предоставление в течение рабочего времени перерыва для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут. Время, отведенное для перерыва, и его продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем, в данном случае между студентом, выполняющим работу инженера-проектировщика и его научным руководителем. [31]

6.1.2 Анализ опасных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению

1. Электробезопасность

Опасность поражения человека электрическим током существует во всех случаях, когда используются электрические установки и оборудование. Для предотвращения электрического поражения необходимо по возможности исключить причины поражения, к которым относят [32]:

- случайные прикосновения к задней панели системного блока, а также переключение разъемов периферийных устройств работающего компьютера;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования (корпусах, кожухах и т.д.) в результате повреждения изоляции или других причин;
- возникновения «шагового» напряжения на поверхности земли или опорной поверхности;
- множества сетевых фильтров и удлинителей превышают уровень электромагнитных полей токов частоты 50 Гц.

Согласно требованиям «Правил устройства электроустановок», утвержденных приказом Министерства энергетики Российской Федерации и вступивших в законную силу 20.06.2003 года [33], лаборатория оборудована следующим образом:

- на распределительном щитке имеется рубильник для отключения общей сети электропитания;
- во всех приборах имеются предохранители для защиты от перегрузок в общей сети питания и защиты сети при неисправности прибора.

Эксплуатация приборов должна соответствовать «Правилам эксплуатации электроустановок потребителей» [34]. Согласно этим правилам необходи-

мо исключить возможность прикосновения человека к токоведущим частям приборов. Для этого проводятся следующие мероприятия:

- Наличие изоляции на всех токоведущих проводниках;
- Для подключения приборов должны использоваться только стандартные электрические разъемы;
- При проведении работ с включенными приборами строго соблюдается инструкция по технике безопасности;
- Запрещено использование в работе неисправных приборов;

Лаборатория удовлетворяет приведенным выше требованиям, поэтому ее можно отнести к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

2. Пожаровзрывобезопасность

Основными причинами пожаров являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативным документом [28] вероятность возникновения пожара в электрооборудовании не должна превышать одну миллионную в год.

Так как компьютерное помещение по степени пожаровзрывоопасности относится к категории В, т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами, необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического и организационного плана.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных норм и правил при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Необходимый ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара включает в себя обеспечение подъездов к зданию, обесточивание электриче-

ских кабелей, наличие гидрантов с пожарными рукавами, пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; тепловую сигнализацию и телефонную связь с пожарной охраной. Также необходимо наличие огнетушителей.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

- Немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 101 (четко назвать адрес предприятия, что горит и чему угрожает, фамилию передающего сообщение).

- Сообщить о пожаре руководству предприятия.
- Оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации.
- По возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения.

- Организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.

6.2 Экологическая безопасность

Работа любого производства сопровождается образованием отходов, которые попадают в окружающую среду в виде выбросов в атмосферу, сбросов в водоем, твердых промышленных и бытовых отходов и мусора на поверхность и в недра Земли. Загрязнение среды обитания и образование в ней опасных зон, для которых характерны высокие концентрации токсичных веществ и повышенные уровни энергетического воздействия.

Неисправные компьютеры и прочая оргтехника и является отходами при данном виде работ. Профессиональная утилизация компьютеров – это сложный, но важный процесс. Для выполнения процедуры утилизации техники существуют профессиональные фирмы, прошедшие регистрацию в Пробирной Палате[35].

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, пожаров, взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т.д.[36]

Важнейшее значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон разрушений во время чрезвычайной обстановки. Спасательные формирования ГО должны как можно быстрее приступить к работам по спасению людей, действуя совместно с формированиями ГО медицинской службы.

Очень важны действия спасательных формирований ГО совместно с формированиями ГО медицинской службы, а также аварийно-технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

Основными мероприятиями, обеспечивающими успешную эвакуацию людей и имущества при пожаре, являются:

- Заранее составленные планы эвакуации;
- Назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц;
- Ознакомление работающих в лаборатории сотрудников с планом эвакуации, который должен висеть на видном месте.

Предусмотренные средства пожаротушения в помещении лаборатории, в котором проводилась работа над ВКР, согласно требованиям технического регламента о требованиях пожарной безопасности [28]: огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

6.4 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

6.4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Один из основных факторов комфортности рабочей среды – это организация рабочего места, которое должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 [37]. Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека. Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе. Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом (см. рис. 28).

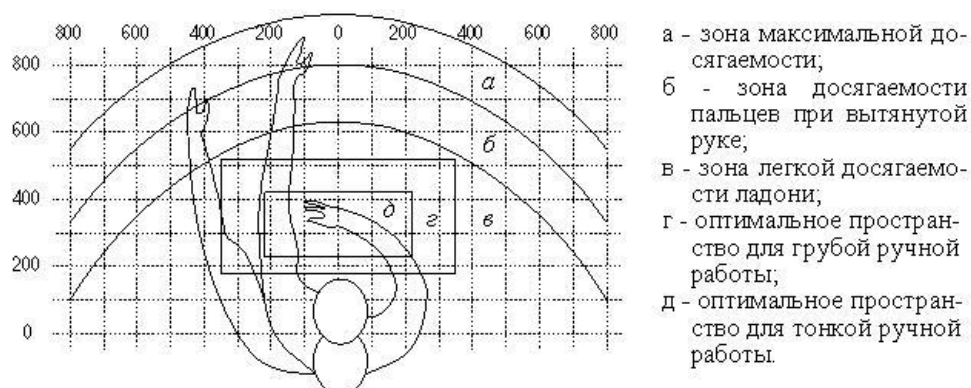


Рисунок 28 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

- Монитор размещается в зоне «а» (в центре);
- Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;
- Клавиатура - в зоне «г» или «д»;
- «Мышь» - в зоне в справа;
- Сканер в зоне «а» или «б» (слева);
- Принтер находится в зоне «а» (справа);

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78[37]: устойчивость рабочего стола с однотонным неметаллическим покрытием, а рабочий стул должен иметь, исключая онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Производственные здания, согласно “Указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий” (СН-181-70) [38], рекомендуются красить в спокойные цвета, лаборатория, в которой проводилась работа над ВКР, имеет следующую окраску:

- потолок - белый;
- стены - сплошные, персикового цвета;
- пол - бежевый.

При выполнении интерьера, обычно выбирают не более трех основных цветов небольшой насыщенности. Окраска ПК и прилегающий к нему техники имеет темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним.

6.4.2 Специальные правовые нормы трудового законодательства

При приеме на любой вид работы, которая по своему характеру или в силу обстоятельств, в которых она осуществляется, может нанести ущерб здоровью, безопасности или нравственности подростка, должно быть выполнено обязательное требование – минимальный возраст не должен быть ниже восемнадцати лет.

В современных условиях экономического кризиса естественным желанием работодателей является сокращение фонда оплаты труда. Трудовой кодекс РФ предусматривает право работодателя в определенных случаях вводить на предприятии режим неполного рабочего дня и (или) неполной рабочей недели (ст.74 ТК РФ). При введении такого режима оплата труда производится пропорционально отработанному времени, т.е. оклад пропорционально уменьшается (ст.155 ТК РФ), что позволяет сократить расходы на оплату труда.

Женщины имеют равные с мужчинами права на труд, но требования к условиям и видам труда женщин должны корректироваться с учетом анатомо-физиологических особенностей их организма.

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

Заключение

Нормирование освещения на спортивных объектах, в частности бассейнах, является наиболее сложной и неоднозначной задачей по сравнению с другими типами объектов. Это объясняется специфическими особенностями различных водных видов спорта, а так же режимов работы, рассчитанных на различные количества людей, различные уровни соревнований, обеспечение работы телетрансляций и так далее.

В ходе настоящей работы была изучена нормативная документация и литература по теме, в которой рассматривались особенности освещения бассейнов как спортивных объектов. В результате было выяснено, что, существует отечественный стандарт ВСН-1-73, в котором подробно описаны требования к освещенности различных объектов спорта, датированная 1973 годом и с тех пор не изменяется. Кроме того, существуют нормы организаций по водным видам спорта, в том числе FINA [4].

При разработке осветительных установок с учетом норм и правил освещения для помещений спортивных объектов следует руководствоваться следующими соображениями:

- Если на объекте однозначно не будут проходить никакие соревнования уровнем выше местного, то следует за основу принять нормы ВСН-1-73. В некоторых случаях, для удобства проектирования, можно использовать нормы EN 12193. Эти документы имеют набор схожих параметров, при этом в качестве основного критерия используется не минимальная освещенность, а средняя.
- Если объект предназначен для соревнований регионального или всероссийского масштаба, то необходимо руководствоваться нормами и правилами российских спортивных ассоциаций.
- В случае возможности проведения на объекте соревнований международного уровня необходимо в первую очередь руководствоваться нормами

и правилами соответствующих международных спортивных организаций. Если таковых норм не существует, то можно воспользоваться нормами Международной комиссии по освещению.

В каждом конкретном случае перед создателем светотехнического решения для цели освещения спортивного бассейна стоит непростая задача выбора. И решить эту задачу можно, только хорошо изучив объект.

Для изучения объекта исследования в данной работе были проведены измерения освещенности бассейна, расположенного на территории спортивно-оздоровительного комплекса «Победа», г.Томск и разработана 3D-модель бассейна с помощью программы компьютерного моделирования и расчета светотехнических параметров объекта.

А так же был проведен анализ действующей осветительной установки, в результате которого были внесены предложения по модернизации осветительной установки в направлении использования наиболее энергоэффективных источников света – светодиодов, поскольку использование качественного и энергоэффективного освещения [1] напрямую влияет на самочувствие и мотивацию посетителей и является вспомогательным фактором развития и поддержания детско-юношеского спорта.

Список используемых источников

1. Каталог компании Philips. «Спортивное освещение», Philips Lighting 2012
2. Сайт. Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Плавательный_бассейн
3. Индивидуальный бассейн. Справ. пособие /Пер. с нем. Е. Ш. Фельдман, Д. Г. Копелянский: Под ред. Е.М. Лось.- М.: Стройиздат. 1993.-96 с
4. Сайт. Свод правил международной федерации плавания FINA. Facility rules. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.fina.org/content/fina-rules-regulations>
5. Сайт. Спорткомплекс «Победа», г.Томск. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pobedatom.tmweb.ru/>
6. СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания»
7. ВСН—1—73 «Нормы электрического освещения спортивных сооружений»
8. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение (актуализированная редакция СНиП 23-05-95*)
9. МГСН 2.06-99 «Естественное, искусственное и совмещенное освещение»
10. DIN EN 12193 «Свет и освещение — освещение спортивных сооружений»
11. Сайт. Каталог стандартов международной комиссии по освещению. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:
http://www.iso.org/iso/ru/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm
12. CIE 169. Practical design guidelines for the lighting of sport events for colour television and filming. – 2005.
13. Алфёрова Т. В. Современные источники света как средство повышения эффективности использования электроэнергии / Т. В. Алфёрова, О. А. Полозова, В. В. Бахмутская // Электрика. – 2010. – № 9

14. Басов В. Б. Светодиоды – преимущества и недостатки // Электро: электротехн., электроэнерг., электротехн. пром-сть. – 2010. – № 6.
15. Свет в конце туннеля. Принципы освещения спортивных объектов и сооружений, статья компании ООО «Ниркон»
16. ГОСТ 14254-96 «Степени защиты IP. Пылевлагозащищенность»
17. Каталог продукции «Спортивное освещение» компании GALAD
18. Каталог продукции компании LEADER LIGHT
19. Каталог продукции компании ООО «ЛЕДПРОМ»
20. Каталог компаний GALAD и OPORA ENGINEERING «Спортивное освещение»
21. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Знак. 2006.— 972 с.
22. В.М. Царьков , Т.И. Гарифуллина «Освещение спортивных сооружений» -М. Дом света, 2000
23. Сайт. Dialux. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dialux-help.ru/>
24. Каталог продукции компании «Световые технологии»
25. ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
26. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997.
27. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
28. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.
29. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.- М.: Минрегион России, 2013.
30. Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Метод. указания. – Томск: Изд-во ТПУ, 1991. – 23 с
31. Статья 108 ТК РФ. Перерывы для отдыха и питания.

32. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. – М.: Энергия, 1990. – 312 с.
33. Правила устройства электроустановок. Издание 7. – М.: Минэнерго РФ, 2003.
34. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Минэнерго РФ, 2003.
35. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – Москва: Фаир-пресс, 2002. – 336 с
36. Козлитин А. М., Яковлев Б. Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Учебное пособие / Под ред. А.И. Попова. Саратов: Сар. гос. тех. ун-т, 2000. – 124 с.
37. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
38. СН 181-70. Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий. – М.: Госстрой СССР и Государственный комитет Совета Министров СССР по науке и технике, 1970.