

РАБОТА (ПРОЕКТ) ПРОВЕРЕНА

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Рецензент

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)  
(подпись) (И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)  
(подпись) (И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

## Архитектурное формирование благоустроенного кампуса южной учебной зоны ЮУрГУ

### ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ (ПРОЕКТУ)

ЮУрГУ– 070301.2018.005.ПЗ ВКР

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Консультант \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор проекта

студент группы АС-516 \_\_\_\_\_

Гребнева М.В.

(\_\_\_\_\_)  
(подпись) (И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

Нормоконтролёр \_\_\_\_\_  
(подпись)

(\_\_\_\_\_)  
(должность, И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПРЕДПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ.....	4
1.1. Анализ отечественной и зарубежной практики.....	5
2. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1. Градостроительная ситуация.....	13
2.2. Характеристика участка.....	14
2.3. Архитектурно-планировочное решение.....	17
2.4. Объемно-пространственная структура.....	19
2.5. Архитектурные материалы для внутренней и наружной отделки.....	20
2.6. Основные технико-экономические показатели.....	23
3. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	24
3.1. Обоснование конструктивного решения.....	25
3.2. Расчет элемента несущей конструкции (ригеля прямоугольного сечения).....	28
4. ИЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	46
4.1. Проектирование и расчет водопровода.....	47
4.2. Проектирование и расчет внутренней канализации.....	50
4.3. Проектирование и расчет внутреннего водостока.....	51
4.4. Теплоснабжение и отопление.....	54
4.5. Схема подключения сетей.....	55
5. ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	56
5.1. Таблица потребности в основных строительных материалах.....	57
5.2. Расчет производственных запасов и складов строительных материалов.....	57
5.3. Расчет потребности в бытовых помещениях.....	59
5.4. Расчет временного водоснабжения. Диаметр временного водопровода.....	60
5.5. Расчет временного электроснабжения.....	61
5.6. Выбор крана. Определение опасной зоны крана.....	62
5.7. Стройгенплан М 1:2000.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	68

						Лист
					ЮУрГУ-070.301.2018.005.ПЗ ВКР	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2

## ВВЕДЕНИЕ

Южно-Уральский государственный университет является одним из самых узнаваемых архитектурных объектов города Челябинск. Но его южная часть незаслуженно остается в тени от яркого образа главного учебного корпуса.

На сегодняшний день в архитектурной композиции зданий, входящих в южную учебную зону (а это учебные корпуса, большое количество временных сооружений, гаражей и ангаров), отсутствует единое стилистическое решение, связь объектов, рациональные внутриквартальные транспортно-пешеходные пути сообщения, а самое главное – эффектный главный элемент, который смог бы стать доминантой всего архитектурного ансамбля.

Таким образом, важнейшей целью данного архитектурного проекта является формирование комфортабельного и интересного благоустроенного кампуса южной учебной зоны ЮУрГУ, соответствующего мировым стандартам, что особенно актуально для 2018 года, когда Университет с успехом входит в проект 5-100.

В ходе подготовительных работ, а именно: анализа территории, натурных обследований, социологических опросов и анализа результатов предыдущих проектов были выявлены основные задачи предстоящей работы:

- создание целостной композиции зданий, входящих в южную учебную зону, т е их визуальное упорядочение без каких-либо радикальных мер по отношению к конструкциям существующих капитальных строений;
- создание единого стилистического решения;
- создание рациональных внутриквартальных транспортно-пешеходных путей сообщения, а самое главное – введение новых рекреационных и прогулочных зон, которых так не хватает кампусу;
- создание эффектного главного элемента, который сможет стать доминантой всего архитектурного ансамбля.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮУрГУ–070.301.2018.005.ПЗ ВКР				3

# 1. ПРЕДПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ

					ЮрГУ-070.301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

## 1.1. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ

Территория учебного кампуса, на которой планируется проектирование новых зданий и благоустроенных зон, является участком с весьма плотной застройкой. Именно по этой причине вся работа сводится к созданию новых пространств не на уровне земли, а над кровлей существующих объектов.

Но в силу того, что капитальные здания были построены во второй половине XX века, а их несущие конструкции не предполагают какой-либо надстройки, то было принято решение проектировать совершенно новые объекты архитектурной среды на своих собственных опорах, без влияния и нагрузки на окружающие здания и сооружения.

Данный прием распространен во всем мире, когда новое консольное или большепролетное здание привносит возможность создания новых многофункциональных зон, помещений, смотровых площадок над существующими, а может даже историческими объектами, не прибегая к радикальному сносу или реконструкции.

Таким новым объектам непременно необходимы стойкие опорные элементы, которые можно использовать в качестве вертикальных коммуникаций, а также сложная, надежная конструкция, способная обеспечить большие пролеты и выносы.

Так, примером для дальнейшего проектирования стали мировые аналоги с жесткой параметрической решетчатой структурой, в основу которой легли пространственные конструкции.

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

Вдохновение – проект будущего Sky Table – своеобразный горизонтальный небоскреб:



Подобные пространственные конструкции встречаются повсеместно и особенно популярны в мебельном дизайне: 350-метровый стол Superdesk от дизайнера Клива Уилкинсона обеспечивает рабочее место для 125 работников компании The Barbarian Group в Нью-Йорке и плавно трансформируется в разные виды мебели и крыши:



«Three Graces» от голландской студии NOX:



Yusuhara Wooden Bridge Museum, Kengo Kuma and Associates:



Навес на Exprochina2015:





Ма Янсонг, основатель MAD Architects, стремящийся создать баланс между людьми, городом и природой при помощи архитектуры:

Проект Иушошп 2050:

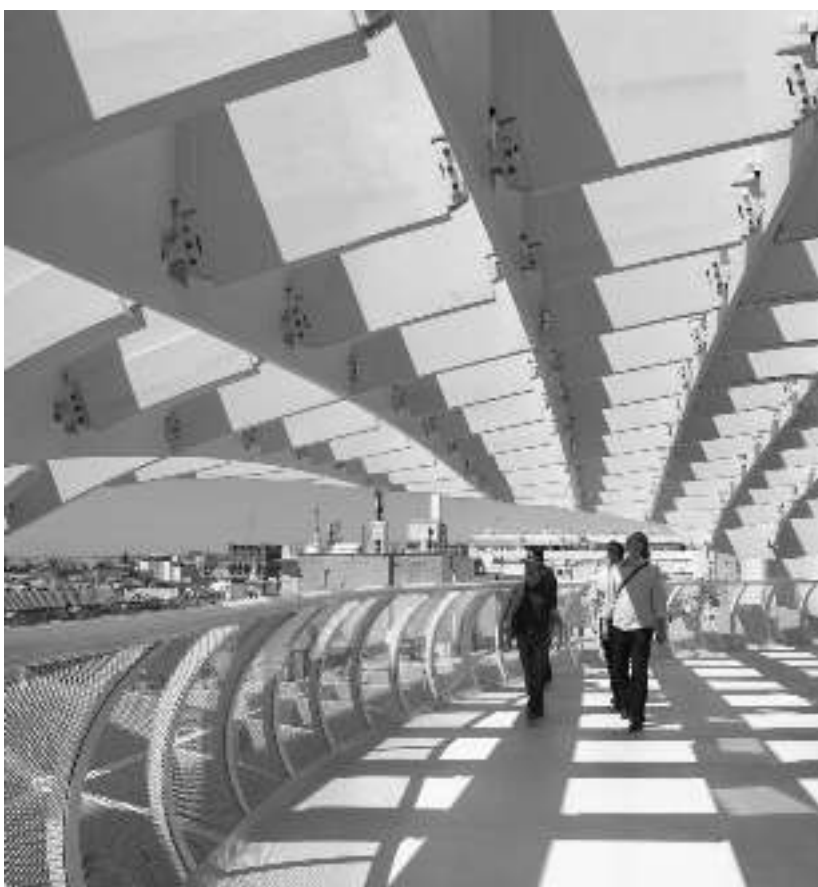


Проект Shanshui City:



Архитектор Юрген Майер-Герман, основатель J. Mayer H. und Partner, Architekten, создает проекты, которые олицетворяют единство и гармоничную взаимосвязь с окружающими ландшафтными пейзажами:

Metropol Parasol в Испании:



Стальная конструкция в Грузии:



Творение инженера Пьера Луиджи Нерви:



## 2. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

## 2.1. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ СИТУАЦИЯ

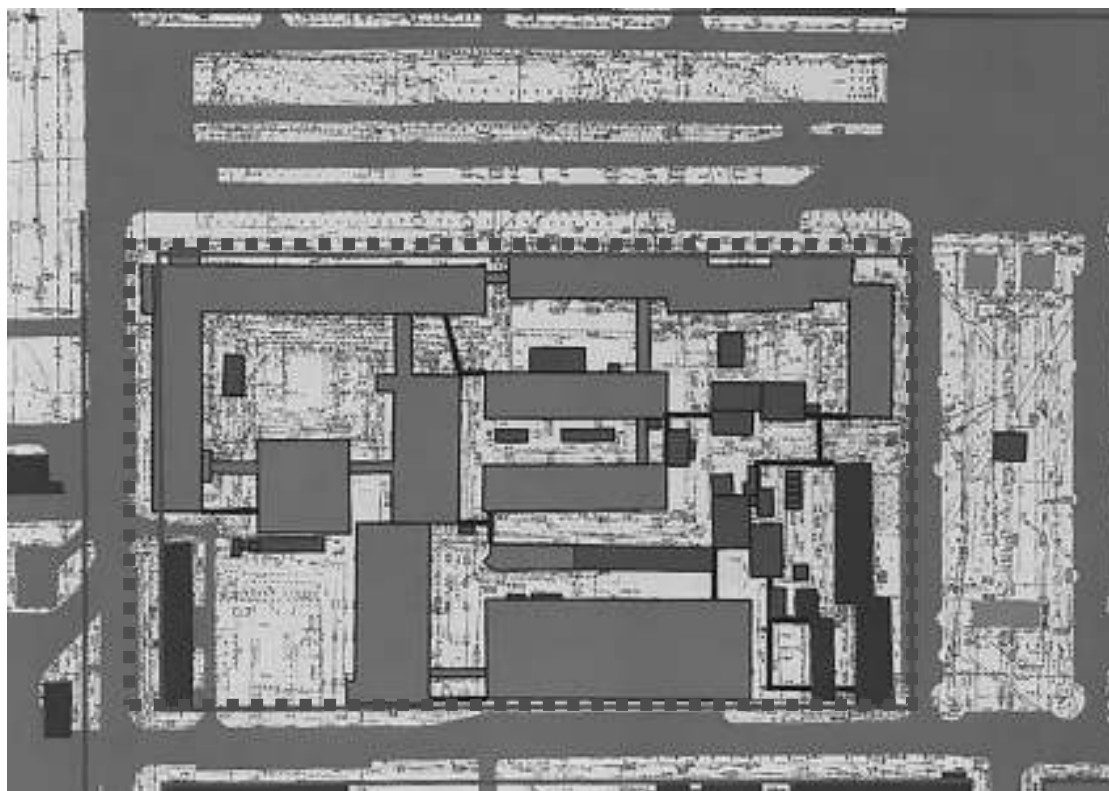
Южная учебная зона ЮУрГУ располагается в Центральном районе г. Челябинск на участке территории прямоугольной формы и общей площадью 6,3 га. Форма застройки обусловлена существующей регулярной сеткой дорог: пр. Ленина, ул. Лесопарковая, ул. Сони Кривой, ул. Тернопольская. С восточной стороны проектируемый участок связан со сквером, центральная ось которого совпадает с осью симметрии главного учебного корпуса; с западной стороны – с рекреацией городского значения, ЦПКиО им. Гагарина и его доминантой – памятником И. В. Курчатову. По периметру участка расположены три остановки общественного транспорта: «ПКиО им. Гагарина», «Лесопарковая» и «ПО Полет».

Ситуационная схема с выделенным местом проектирования:



Ситуационная схема в границах проектирования:

					ЮУрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13



## 2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА

Проектируемая пространственная конструкция располагается над существующей, весьма плотной застройкой, в связи с чем реализация проекта частично требует дополнительных мероприятий по инженерной подготовке территории и инженерному обеспечению.

Главной градостроительной задачей является создание рациональных внутриквартальных транспортно-пешеходных путей сообщения, а самое главное – введение новых рекреационных и прогулочных зон, которых так не хватает кампусу без каких-либо радикальных мер по отношению к конструкциям существующих капитальных строений.

Текущее состояние южной учебной зоны ЮУрГУ:

					ЮУрГУ–070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14



<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР

*Лист*

15





<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

КурГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР

*Лист*

16



### 2.3. АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ

Проектируемая пространственная структура представляет собой самостоятельный объем и выполняет доминирующую функцию над существующей застройкой учебной зоны.

Данный комплекс является многофункциональной структурой: здесь расположены студенческое кафе, рассчитанное на 113 посетителей, с оборудованной кухней; музей для экспозиций выдающихся достижений различных факультетов Университета; корпус индивидуальных мастерских, где каждый студент той или иной группы, куратор которой был удостоен в течение определенного времени владеть ключом от конкретной аудитории, получает рабочее место, которым он в праве пользоваться в любое время учебного процесса, а главное – не переживать за сохранность чертежей, макетов, статей и любых других материалов. Таким образом, в корпусе формируется так называемый персональный уголок студента, примеры которых отсутствуют в Российских ВУЗах, но с успехом функционируют в зарубежных университетах.

Также в системе навесной параметрической структуры существует просторная кольцевая рекреационная площадка, которой так не хватает учебному кампусу южной учебной части ЮУрГУ. Эта площадка соединяется с вышеперечисленными функциональными зонами при помощи различных переходов, ступеней и пандусов, а по ее периметру посажены различные виды трав и кустарников, пригодные к посадке на эксплуатируемых кровлях.

Вертикальными коммуникациями как для посетителей комплекса, так и для всевозможных инженерных сетей, служат опорные элементы пространственной структуры, внутри которых располагается лестнично-лифтовой узел. При помощи этого коммуникационного узла можно попадать не только с уровня земли на верхний уровень структуры, но и на дебаркадер – прогулочную зону, расположенную на уровне кровли существующих ангаров. С дебаркадера существует доступ на озелененную кровлю 3Г корпуса при помощи «плавно стекающей» лестницы, а также к главным и второстепенным

					ЮУрГУ–070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

входам нового актового зала, расположенного над вышеупомянутыми ангарами Автотракторного и Аэрокосмического факультетов. Помимо данных двух направлений, запроектирован пешеходный путь с дебаркадера на уровень земли через существующий переход между вторым и третьим корпусами. Таким образом, со стороны пр. Ленина появляется новая парадная лестница над существующими воротами для пожарного проезда. Данная лестница окружена комплексом скамеек и клумб, что несомненно оживляет протяженные фасады учебных корпусов по пр-ту Ленина и создает новую зону притяжения пешеходов.

Но не только благодаря новой лестнице студенты и преподаватели смогут попадать во внутренний двор учебного кампуса. Ведь помимо нее, предусмотрен главный вход, композиционно ориентированный на сквер ЮУрГУ и ведущий посетителей к четырем основным зонам притяжения: двум зонам тихого отдыха, включающим в себя всевозможные динамичные скамейки и столы, а также к двум зонам активного отдыха – комплексу качелей и скейтпарку.

Минуя вышеупомянутые центры, посетитель попадает в межангарное пространство, накрытое навесом, защищающим его от перегрева и осадков. Здесь запроектированы пуфы и специальные кабины, состоящие из мест для сидения и стола, подходящие как для общения, комфортного выполнения домашних заданий, ланча, так и для подзарядки современных гаджетов.

Проходя дальше, посетитель попадает в новый корпус, построенный между ангарами. В самом конце коридора, вдоль стены, примыкающей к 3Г корпусу, озаренный лучами солнца возвышается главный экспонат – достижение Автотракторного и Аэрокосмического факультетов. Вокруг него создана рекреационная зона с зимним садом, а также запроектированы выходы на улицу.

Из данного учебного корпуса по специальным пропускам также можно попасть в ангар Аэрокосмического факультета, и в ангар Автотракторного

					ЮУрГУ–070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

факультета, где теперь проектируются учебные аудитории и лаборатории для занятий.

Конечно же, для таких больших новых площадей, а, следовательно, большого притока студентов, следует предусмотреть дополнительные парковочные места. Для этого на территории комплекса проектируются въезды на подземную парковку, располагающуюся под рекреационными и свободными от застройки зонами. Под сквером ЮУрГУ, напротив главного учебного корпуса, также планируется устройство подземного паркинга, а между главным и вторым корпусами – безопасный подземный переход, что существенно упростит движение по проспекту Ленина.

На территории участка проложена транспортно-пешеходная сеть, состоящая из асфальтовых проездов, пешеходных тропинок и вунерфа. Газоны внутри двора не имеют бордюров, а плавно «перетекают» в пешеходную зону благодаря специальной системе укладки разновеликих тротуарных плиток. Применение различных по фактуре, форме, размеру и цвету покрытий позволяет создать живописный ландшафт.

#### **2.4. ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА**

Основой для идейного вдохновения послужила философия о важности знаний и обучения в целом. Во все времена и в любой культуре символом науки, просвещения и фундаментальных знаний всегда являлся символ дерева.

Своеобразным деревом познания, мудрости, надежности и основательности в данной работе стал образ драконового дерева, или драцены киноварно-красной. Ее форма идеально подходит в качестве прототипа: высокий толстый ствол, объемная крона, напоминающая вывернутый наизнанку зонтик с длинными раскидистыми ветвями, которые, переплетаясь, образуют прочную, почти решетчатую структурную композицию.

На фоне такой сложной, ребристой конструкции актовый зал должен выглядеть наиболее просто и лаконично. Именно по этой причине для его

					ЮУрГУ–070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

формообразования был выбран эллипсоид без каких-либо ярко выраженных фактурных материалов и выступающих элементов.

В целом комплекс представляет собой масштабный, футуристический проект, отвечающий задачам научно-технического прогресса в области архитектуры и дизайна.

## 2.5. АРХИТЕКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ И НАРУЖНОЙ ОТДЕЛКИ

### НАРУЖНАЯ ОТДЕЛКА

В качестве облицовки пространственных структур оболочки применяются панели с имитацией цвета и фактуры дерева.



Кроме влагостойкости элементы под дерево обладают положительными отличительными характеристиками, которые обуславливают их преимущество перед натуральным материалом:

- долговечность (более 30 лет);
- прочность;
- устойчивость навесного покрытия от внешнего действия атмосферных явлений;
- устойчивость материала от ультрафиолетовых лучей;
- устойчивы к перепадам температур и не подвержены гниению и коррозии, распространению грибка и плесени;
- легки в монтаже;
- обеспечивают декоративное оформление фасада;
- дешевле натурального дерева.



В качестве же облицовки объема актового зала используется гладкая панель с имитацией под металл. Кроме основного материала, изделие имеет защитное покрытие, которое состоит из полимерного материала, включающего в себя различные компоненты, которые придают устойчивость к появлению коррозионных процессов.

К основным достоинствам можно отнести такие как:

- процесс установки изделия достаточно прост;
- конструкция имеет небольшой вес;
- полученная поверхность облицовки является достаточно надежной;
- панели не поддаются горению в случае возникновения пожара;
- срок службы до 50 лет;
- практически не подвергаются никаким негативным воздействиям из окружающей среды;
- обладают высоким уровнем устойчивости к повреждениям механического типа;
- отличаются высокой экологичностью.



Покрытием вунерфа является тротуарная плитка больших размеров, тогда как пешеходные дорожки мостятся мелкой брусчаткой. Применение различных по фактуре, форме, размеру и цвету покрытий позволяет создать живописный ландшафт.

Газоны «плавно формируются» из тротуаров благодаря специальной плитке, внутри которой произрастает трава. Эти травяные островки создают

динамику и красоту, словно градиентную заливку. Так как генеральный план предполагает острые углы между полосами вунерфа, то применение подобной плитки с травяной сердцевиной позволяет пешеходам «срезать» такие углы без ущерба газону, ведь подобные системы применяются даже для устройства эко-парковок.

## ВНУТРЕННЯЯ ОТДЕЛКА

Внутренняя отделка принята исходя из функциональных и эксплуатационных требований с использованием высококачественных материалов.

Пол:

- В помещениях подземной части (паркинга) – бетон и керамическая плитка;
- В вестибюлях и холлах – керамогранит;
- В хозяйственных помещениях – керамогранит и керамическая плитка.

Потолок помещений внутри пространственной структуры предполагается соорудить под стиль внешней фактурной решетчатой конструкции.



## 2.6. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Площадь участка = 6,3 га;

Площадь застройки = 2220 м<sup>2</sup>;

Проектное количество сотрудников, педагогов и студентов = 3255 чел;

Максимальная высота здания = 38,5 м;

Общая площадь комплекса = 29200 м<sup>2</sup>;

Аудиторный фонд = 6420 м<sup>2</sup>;

Площадь кафе = 1500 м<sup>2</sup>;

Площадь музея = 2470 м<sup>2</sup>;

Площадь актового зала = 4600 м<sup>2</sup>;

Площадь озеленения = 38900 м<sup>2</sup>;

Площадь мощения (асфальтовое покрытие) = 5500 м<sup>2</sup>;

Площадь пешеходных дорожек (с учетом вунерфа и дебаркадера) = 19020 м<sup>2</sup>;

Количество наземных парковок = 195 мм.

### Баланс территории

Наименование	До преобразования, %	После преобразования, %
Доля застройки	29	31
Доля озеленения	3	33
Доля мощения	66	15
Доля пешеходных дорог (с учетом вунерфа и дебаркадера)	2	21

### 3. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24



### 3.1. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ

Конструктивное решение было обусловлено нестандартной архитектурной формой сооружения и наличием плотной застройки в пределах границ проектирования.

В качестве относительной отметки уровня чистого пола 0,000 м была принята отметка верхнего слоя покрытия пола 1-го этажа существующих зданий.

**Несущим каркасом комплекса оболочки** стала система уникальных металлических пространственных конструкций, обладающая массой преимуществ, которые идеальны для исполнения в условиях плотной застройки:

- простота монтажа, несмотря на сложность расчетов;
- возможность создания любых форм и уклонов;
- необходимость малого количества опор, так как жесткая конструктивная решетка позволяет достигать больших пролетов и консолей;
- возможность устройства эксплуатируемых кровель и прогулочных площадок, а также внутренних просторных помещений.

Наибольшие размеры поперечного разреза оболочки:  $H = 38,5$  м,  $b = 226,6$  м, продольного разреза -  $b = 127,7$  м; максимальная высота потолков оболочки  $h_{\max} = 11,6$  м, минимальная -  $h_{\min} = 3,6$  м.

В качестве междуэтажного перекрытия используется ж/б монолитный настил толщиной 200 мм, для изготовления которого требуются бетон класса В20 и арматура АШ. Для поддержки данного настила использованы ж/б ригели, расчет одного из которых приведен в п. 3.2.

В лестнично-лифтовом узле использован панорамный лифт уникального дизайна с полукруглыми стеклянными стенками и металлическими панелями в местах примыкания к шахте стен, которые представляют собой стальные сплавы с нержавеющей покрытием, формирующие несущую платформу. При этом выступающие стороны металла планируется покрыть полированной латунью, что придаст конструкции более солидный вид. Эти лифты

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР					25

предусмотрены как для пассажирских перевозок, так и для обеспечения общественных помещений грузами: будь то продукты для кухни при кафе или выставочные экспонаты в музей. Лифтовые шахты образуют жесткую и огнестойкую конструкцию. В целях звукоизоляции от движущегося лифта предусмотрена система шумоизоляции.

Монолитные лестничные марши и площадки спроектированы с шагом проступи высотой = 150 мм. Облицовкой проступей и подступенков служит напольная керамическая плитка.

Для обеспечения пожарной безопасности из каждого надземного помещения предусмотрены прямые приставные эвакуационные лестницы с уклоном  $45^{\circ}$ , идущие вдоль рядом стоящих существующих зданий. Сталь для подобных наружных конструкций целесообразно использовать нержавеющей, либо металл со специальным антикоррозийным покрытием. Такие приставные лестницы выбраны в качестве основных эвакуационных путей, так как общая структура здания не позволяет оборудовать отдельную дополнительную шахту с закрытым эвакуационным путем.

Для устройства пешеходных дебаркадеров предусматривается тротуарная плитка, уложенная на подушку из уплотненного грунта, щебня по ГОСТ 8267-93 толщиной слоя 140 мм и песка по ГОСТ 8236-93 толщиной 100 мм. Для приятной атмосферы тротуар дополняется различными видами растений, что можно наблюдать на смотровой площадке структуры и на эксплуатируемой кровле существующего 3Г корпуса.

Вдоль дебаркадера и смотровой площадки предусмотрены ограждающие конструкции - экран, то есть сборно-разборная металлическая конструкция, состоящая из стальных (СТ.3) несущих стоек, закрепленных при помощи специальных крепежных элементов.

**Каркасом актового зала** служат ж/б колонны, встроенные в межоконное пространство существующих ангаров Автотракторного и Аэрокосмического факультетов, а также фермы, образующие сферическое внутреннее помещение.

						ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			26

Наибольший этаж актового зала в плане представляет собой эллипс с малым радиусом  $R_1 = 22,7$  м и большим радиусом  $R_2 = 38,7$  м. Высота всего здания актового зала = 26 м.

Фасад здания имеет двухчастную структуру: нижняя часть представляет собой фасадное остекление со стоечно-ригельной системой и нащельниками. А верхняя – металлическое фасадное покрытие.

**Входные группы** оборудованы системой тамбуров, открывающимися наружу, выполняющими функции тепловых шлюзов, что так важно в регионе с резко континентальным климатом, в котором находится г. Челябинск. Наружные двери эвакуационных выходов представляют собой алюминиевую систему с соответствующим огнестойким остеклением.

**Перегородки** во всем комплексе выполнены из кирпича толщиной 125 мм, а **стены**, примыкающие к лестничным маршам, толщиной 250 мм.

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

## 3.2. РАСЧЕТ РИГЕЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

### 3.2.1. СБОР НАГРУЗОК

№ п/п	Вид нагрузок	Нормативная величина	Коэффициент надежности	Расчетная величина
I. Постоянные нагрузки				
1	Ж/Б монолитная панель			4,9 кН /м <sup>2</sup>
2	Выравнивающая стяжка из легкого бетона, t = 50 мм, P = 1800 кг/м <sup>3</sup>	q = 1800*0,05 = 90 кг/м <sup>2</sup> = 0,9 Кн/м <sup>2</sup>	1,3	0,9*1,3 = 1,17 кН /м <sup>2</sup>
3	Пол бетонный мозаичный, t = 30 мм, P = 2400 кг/м <sup>3</sup>	q = 2400*0,03 = 72 кг/м <sup>2</sup> = 0,7 Кн/м <sup>2</sup>	1,2	0,7*1,2 = 0,864 кН /м <sup>2</sup>
4	Перегородки	0,5 Кн/м <sup>2</sup>	1,2	0,6 кН /м <sup>2</sup>
II. Временные нагрузки				
5	Среднее значение веса мебели, оборудования и людей			1,5 кН/м <sup>2</sup>
Итого:				9,034 кН/м <sup>2</sup>

Нагрузка от монолитной ЖБ плиты рассчитана по формуле:

$Q_{п} = \rho_{жб} * h_{п}$ , где  $\rho_{жб}$  – плотность железобетона = 2500 кг/м<sup>3</sup>;  $h_{п}$  – высота плиты ≈ 200 мм.

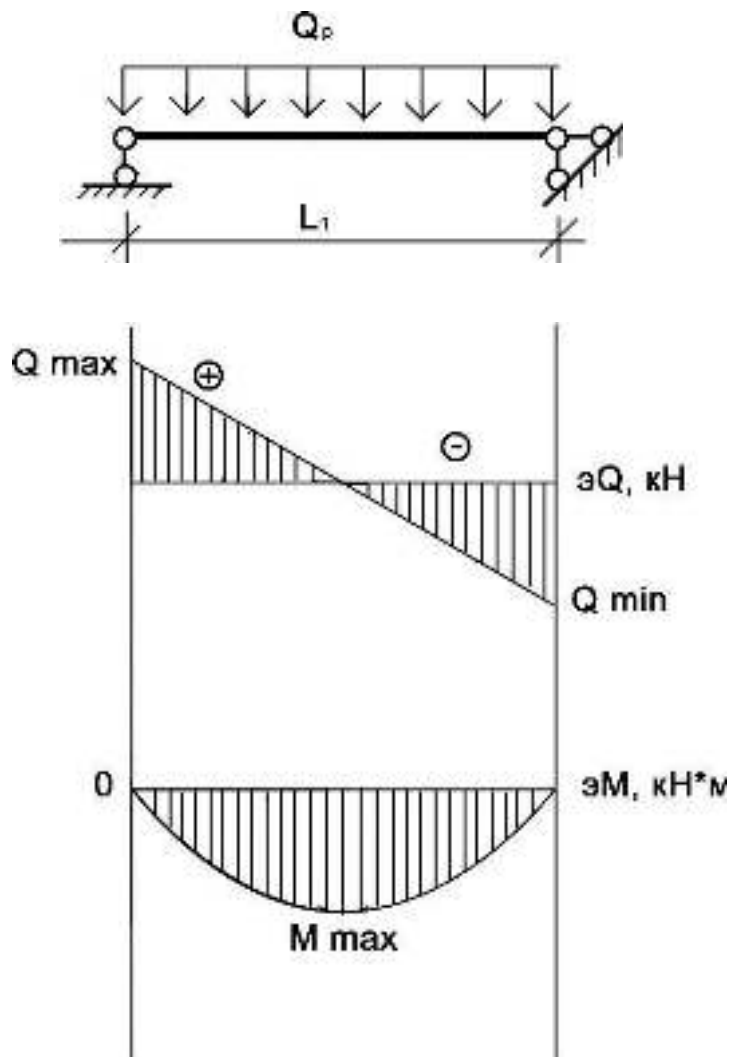
Вывод: Величина полезной нагрузки  $q^p$  для расчета по первой группе предельных состояний равна 9,034 кН/м<sup>2</sup>

### 3.2.2. СОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ

Расчетная схема является упрощенным представлением конструктивной схемы. Опираение балки на другие конструкции считается шарнирным.

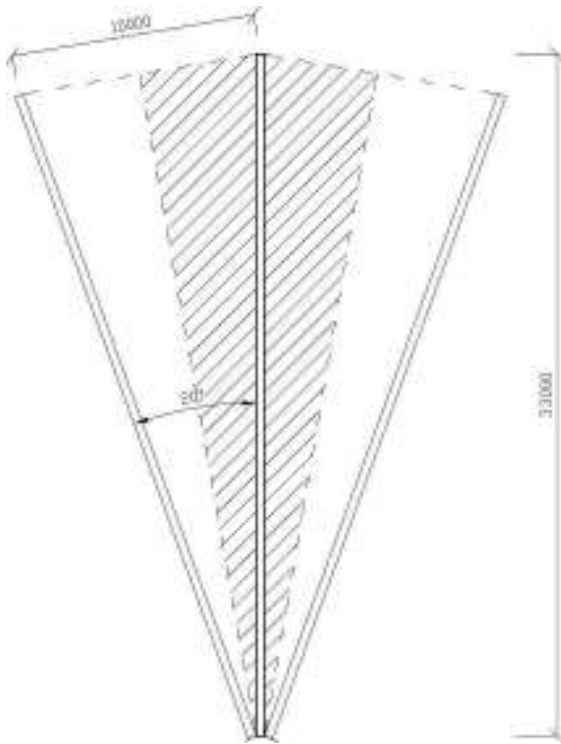
Нагрузку на балку принимаем равномерно-распределенной.

Балку рассматриваем в виде стержня.



Для того, чтобы определить внутренние усилия, возникающие в ригеле, необходимо распределенную нагрузку перевести в погонную, т. е. нагрузку на 1 метр погонной длины рассчитываемой конструкции.

Для этого определим грузовую площадь, воспринимаемую балкой.



$A_{гр} =$  сумма площадей двух  
треугольников  $= S/2 * L_1$

$$Q_{пог} = \frac{Q_p^p * A_{гр}}{L_1} = \frac{Q_p^p * S * L_1}{2 * L_1} = (Q_p^p * S) / 2$$

$$Q_{пог} = (9,034 \text{ кН/м}^2 * 10\text{м}) / 2 = 45,17 \text{ кН/м}$$

$$Q_{макс} = Q_{пог} * \frac{L_1}{2} = 45,17 \text{ кН/м} * \frac{33 \text{ м}}{2} = 745,3 \text{ кН}$$

$$M_{макс} = Q_{пог} * \frac{L_1^2}{8} = 45,17 * \frac{33^2}{8} \text{ кН*м} = 6148,8 \text{ кН*м}$$

### 3.2.3. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ МОМЕНТА

Принимаем тяжелый бетон класса В-35 и арматуру класса А300 с соответствующими характеристиками:

$$R_b = 19 \text{ Мпа} = 19900 \text{ кН/м}^2$$

$$R_s = 280 \text{ Мпа} = 280000 \text{ кН/м}^2$$

$h$  – высота балки (ригеля)

$x$  – высота сжатой зоны бетона

$a$  – защитный слой бетона

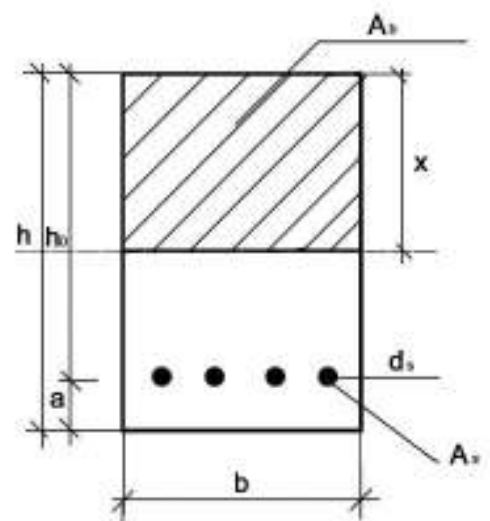
$h_0$  – полезная (оптимальная) высота

балки

$A_b$  – площадь сжатого бетона

$A_s$  – площадь сечения продольной арматуры

$d_s$  – диаметр продольной арматуры



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$b$  – ширина балки (400 мм)

Для расчета прочности используем величину  $M_{\max}$  – максимальный изгибающий момент.

Определим предельную относительную высоту сжатой зоны:

$$\xi_r = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_{scu}} * (1 - \frac{\omega}{1.1})}$$

где  $\sigma_{sr}$  – условие напряжения в арматуре

$\sigma_{scu}$  – предельное условное напряжение арматуры

$\omega$  - характеристика тяжелого бетона (сжатой зоны),  $\omega = \alpha - 0,008 * R_b$

$$\xi_r = \frac{0,85 - 0,008 * 19 \text{ МПа}}{1 + \frac{280 \text{ МПа}}{500 \text{ МПа}} * (1 - \frac{0,85 - 0,008 * 19 \text{ МПа}}{1.1})} = 1,1$$

Вычислим полную высоту балки:

$$h = 2,5 * \sqrt{\frac{M [\text{кН*м}]}{R_b [\text{кН/м}^2] * b [\text{м}]}}$$

$$h = 2,5 * \sqrt{\frac{6148,8 [\text{кН*м}]}{19900 [\text{кН/м}^2] * 0,4 [\text{м}]}} = 0,9 \text{ м. Примем высоту ригеля } h = 1,5 \text{ м,}$$

чтобы ригель выдержал нагрузку и прошел все указанные проверки.

Определим оптимальную высоту балки:

Назначим защитный слой бетона  $\alpha = 40$  мм

$$h_0 = h - \alpha$$

$$h_0 = 1,5 - 0,04 = 1,46 \text{ м}$$

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

Из уравнения предельного равновесия определим высоту сжатой зоны:

$$M_{\max} = \gamma_{b2} * R_b * b * x * (h_0 - 0,5 * x) \text{ [кН*м]}$$

Где  $\gamma_{b2} = 0,9$  – коэффициент работы бетона

$$6148,8 = 0,9 * 19900 * 0,4 * x * (1,46 - 0,5 * x)$$

Раскроем скобки и приведем квадратное уравнение к стандартному виду:

$$3582x^2 - 10460x + 6148,8 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$$D = 10460^2 - 4 * 3582 * 6148,8 = 21311594$$

$$X_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$X_1 = \frac{10460 + 4616}{2 * 3582} = 2,1 \quad \text{или} \quad X_2 = \frac{10460 - 4616}{2 * 3582} = 0,8$$

Из найденных корней уравнения для дальнейших расчетов берем меньшее:  $x = 0,8$ .

Проверим условие

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{0,8}{1,46} \leq \xi_r \quad 0,55 < 1,1 \text{ – верно, условие выполняется}$$

Определим площадь продольного сечения  $A_s$ :

$$R_s * A_s = \gamma_{b2} * b * x * R_b \text{ (уравнение предельного равновесия)}$$

$$A_s = \frac{\gamma_{b2} * b * x * R_b}{R_s} = \frac{0,9 * 0,4 * 0,8 * 19900}{280000} = 0,0147 \text{ м}^2 * 10^4 = 147 \text{ см}^2$$

По сортаменту определяем номинальный диаметр стержня продольной арматуры, которым армирован ригель:

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32



(выбираем, чтобы  $A_s^{\text{факт}} > A_s^{\text{расч}}$ )

$$A_s^{\text{расч}} = 147 \text{ см}^2 \Rightarrow A_s^{\text{факт}} = 153,92 \text{ см}^2$$

$$d_s = 70 \text{ мм}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СОРТАМЕНТ АРМАТУРЫ

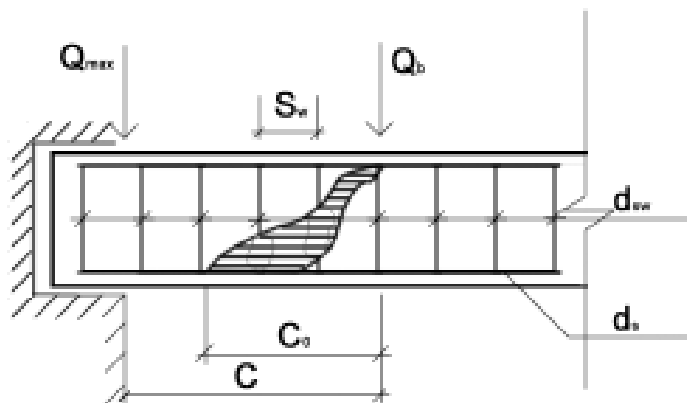
Номинальный диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> , при числе стержней									Теоретический вес 1 м, кг	Диаметры для арматуры классов		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		А-I и А-III	А-II	В-I и Вр-I
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	0,071	0,141	0,212	0,283	0,353	0,424	0,495	0,565	0,635	0,056	—	—	+
4	0,126	0,251	0,377	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005	1,130	0,099	—	—	+
5	0,196	0,390	0,585	0,780	0,975	1,170	1,375	1,570	1,765	0,154	—	—	+
6	0,280	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	0,222	—	—	+
7	0,383	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	0,303	—	—	+
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	—	—	+
9	0,635	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	0,499	—	—	+
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,617	—	+	—
12	1,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,92	9,05	10,18	0,888	—	+	—
14	1,639	3,28	4,92	6,56	8,20	9,83	11,47	13,11	14,75	1,208	—	+	—
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	1,578	—	+	—
18	2,645	5,29	7,93	10,57	13,21	15,85	18,49	21,13	23,77	1,998	—	+	—
20	3,142	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	2,465	—	+	—
22	3,901	7,80	11,70	15,60	19,00	22,81	26,61	30,41	34,31	2,984	—	+	—
25	4,909	9,82	14,73	19,63	25,51	31,95	38,36	45,27	52,18	3,54	—	+	—
28	6,158	12,32	18,47	24,63	30,79	37,95	45,70	53,26	61,22	4,23	—	+	—
32	8,048	16,09	24,13	32,17	40,21	48,26	56,50	64,34	72,38	6,31	—	+	—
36	10,179	20,36	30,54	40,72	50,89	61,07	71,25	81,43	91,61	7,99	—	+	—
40	12,398	24,79	37,18	49,27	60,83	72,00	83,96	95,92	107,88	9,685	—	+	—
45	16,904	33,81	50,71	67,62	84,82	102,42	121,33	140,23	159,13	12,42	—	+	—
50	19,635	39,27	58,91	78,54	98,18	117,81	137,45	157,08	176,72	13,41	—	+	—
55	23,75	47,50	71,25	95,01	118,80	142,56	165,32	190,05	213,54	16,65	—	+	—
60	28,27	56,54	84,81	113,68	141,35	169,62	197,89	225,16	254,43	22,19	—	+	—
70	38,45	76,90	115,35	153,80	192,40	230,58	279,36	307,91	346,32	30,21	—	+	—
80	50,27	100,54	150,81	201,08	251,35	301,62	351,90	401,16	450,43	38,95	—	+	—
90	63,62	127,24	190,85	254,48	318,10	381,72	445,34	508,95	572,58	49,94	—	+	—

Примечания: 1. Номинальный диаметр стержней для арматуры периодического профиля соответствует номинальному диаметру равнозначных по площади поперечного сечения гладких стержней. Фактические размеры стержней периодического профиля устанавливаются ГОСТ 5781—81.

2. Знак «+» определяет наличие диаметра в сортаменте для арматуры данного класса.

### 3.2.4. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ НА ДЕЙСТВИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ

Для расчета прочности используем величину максимальной поперечной силы  $Q_{\text{max}}$ . Под действием этой силы может разрушаться бетон и поперечная арматура около опоры.



$Q_b$  - поперечная сила, воспринимаемая бетоном

$C_o$  – проекция наклонной трещины

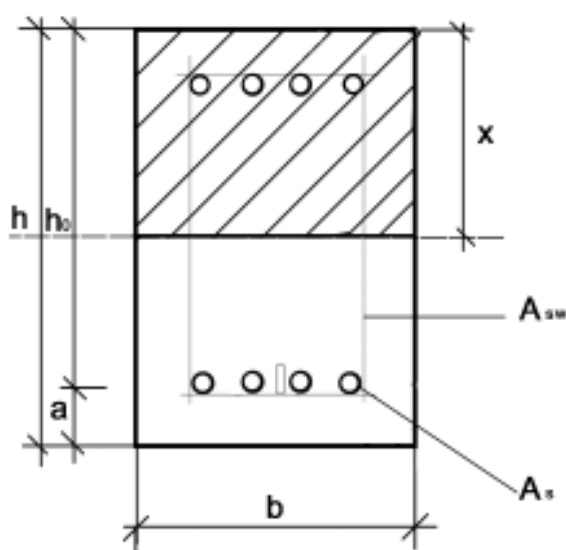
$C$  – проекция опасного сечения

$d_s$  – диаметр продольной арматуры

$d_{sw}$  – диаметр поперечной арматуры

$A_s$  – площадь сечения продольной арматуры

$A_{sw}$  – площадь сечения поперечной арматуры



А) Вычисляем минимальное значение поперечной силы, которое может быть воспринято сечением балки по формуле:

$$Q_{b \min} = \varphi_{b3} \gamma_{b2} R_{bt} b h_0 \text{ [кН]}$$

$\gamma_{b2} = 1$  – коэффициент условий работы бетона (согласно таблице 15 СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»)

$\varphi_{b3} = 0,6$  (согласно СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»)

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона на растяжение = 1,3 Мпа = 1330 кН/м<sup>2</sup> (согласно таблице 13 СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»)

$$h_0 = 1,46 \text{ м}$$

$$b = 0,4 \text{ м}$$

$$Q_{b \min} = 0,6 * 1 * 1330 * 0,4 * 1,46 = 466 \text{ кН}$$

Б) Определим диаметр поперечного стержня

$$d_{sw} \geq 0,25d_s$$

$$d_s = 70 \text{ мм} \Rightarrow d_{sw} \geq 17,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{sw} = 18 \text{ мм} = 0,018 \text{ м}$  (согласно таблице СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции», учитывая количество стержней).

Таким образом,  $A_{sw} = 10,18 \text{ см}^2$

В) определяем площадь поперечного стержня

$$f_{sw} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$f_{sw} = \frac{3,14 * 0,018^2}{4} = 0,0002543 \text{ м}^2$$

Г) Определим площадь сечения поперечного стержня

$$A_{sw} = n * f_{sw} = 4 * 0,0002543 = 0,001017 = 1017 * 10^{-6} \text{ м}^2$$

Д) вычислить проекцию длины опасного наклонного сечения

$$c = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{Q_{\text{пог}}}} \text{ [м]}$$

$$Q_{\text{пог}} = 45,17 \text{ кН/м}^2$$

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

$\varphi_{b2} = 2$  (согласно СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции»)

$$R_{bt} = 1330$$

$$b = 0,4$$

$$h_0 = 1,46$$

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot 1330 \cdot 0,4 \cdot 1,46 \cdot 1,46}{45,17}} = 7 \text{ м}$$

Е) Определим величину поперечной силы, воспринимаемую бетоном

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c} \text{ [кН]}$$

$$Q_b = \frac{2 \cdot 1330 \cdot 0,4 \cdot 1,46^2}{7} = 324 \text{ кН}$$

Необходимо выполнение условия:

$$Q_b > Q_{b \text{ min}}$$

$324 < 466$  - условие не выполняется, следовательно, согласно СП 52-102-2004 «ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ» принимаем  $0,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 < Q_b < 2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0$

$$388,4 \text{ кН} < Q_b < 1941,8 \text{ кН}$$

Выберем оптимальное значение  $Q_b = 500 \text{ кН}$

$$Q_b > Q_{b \text{ min}}$$

$500 > 466$  – условие выполняется

Ж) Определим проекцию наклонной трещины

Для этого необходимо найти усилие, возникающее в поперечных стержнях

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s} \left[ \frac{\text{кН}}{\text{мП}} \right]$$

$$q_{sw} = \frac{2250 \cdot 10^3 \cdot 1017 \cdot 10^{-6}}{0,15} = 1966 \text{ кН/мПа}$$

3)

$$c_0 = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{b1} b h_0^2}{q_{sw}}} \text{ [м]}$$

$$c_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1330 \cdot 0,4 \cdot 1,46^2}{1966}} = 1,07 \text{ м}$$

Необходимо выполнение условия:  $c_0 < c$

$$1,07 < 7$$

Условие выполняется

И) Определим поперечную силу, воспринимаемую поперечной арматурой

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 \text{ [кН]}$$

$$Q_{sw} = 1966 \cdot 1,07 = 2103,6 \text{ кН}$$

К) Определим суммарную поперечную силу, воспринимаемую бетоном и поперечной арматурой

$$Q_{cn} = Q_{sw} + Q_b$$

$$Q_{cn} = 2103,6 + 500 = 2603,6 \text{ кН}$$

Л) Проверим несущую способность ригеля

Несущая способность ригеля по поперечной силе обеспечена, если выполняется следующее условие:

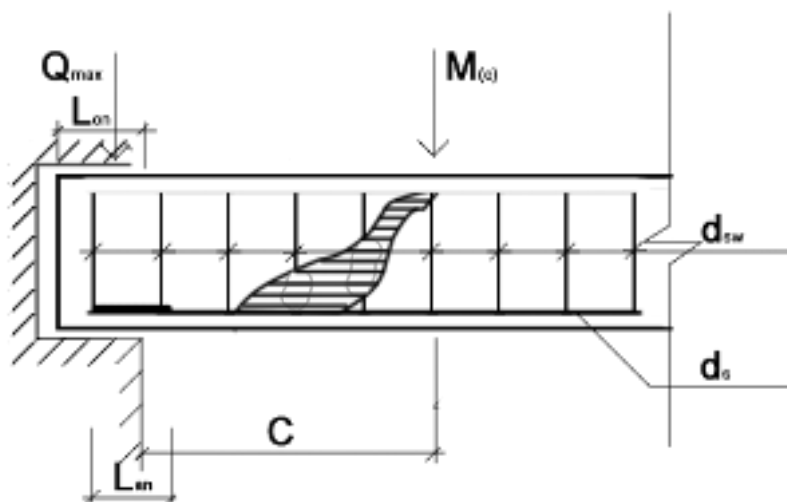
$$Q_{\text{макс}} < Q_{cn}$$

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

$$745,3 < 2603,6 - \text{условие выполняется}$$

В случае невыполнения данного неравенства необходимо увеличить количество поперечной арматуры за счет ее диаметра или увеличения шага, а затем повторить расчет.

### 3.2.5. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ НА СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ И ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА



$L_{\text{оп}}$  – длина опоры = 200 мм

$L_{\text{ан}}$  – длина анкеровки

А) Определим момент в конце опасного сечения С

$$M(c) = \frac{ql_0}{2} \cdot c - q \frac{c^2}{2} \text{ [кН} \cdot \text{м]}$$

$$M(c) = \frac{45,17 \cdot 33}{2} \cdot 7 - \frac{45,17 \cdot 7^2}{2} = 5217,14 - 1106,7 = 4110,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Б) Определим длину дополнительной анкеровки

$$l_{\text{ан}} = \left( \omega_{\text{ан}} \frac{R_s}{R_b} + \Delta \lambda_{\text{ан}} \right) d_s \text{ [м]}$$

$d_s$  – диаметр продольной арматуры

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры = 280 мПа =  $280 \cdot 10^3$  кН/м<sup>2</sup>

$R_b = 19$  мПа =  $19 \cdot 10^3$  кН/м<sup>2</sup>

$\omega_{an} = 0,7$

$\Delta\lambda_{an} = 11$

$$l_{an} = \left( 0,7 * \frac{280 * 10^3}{19 * 10^3} + 11 \right) * 0,07 = 1,8 \text{ м}$$

$$l_{an} \geq 20 * d_s$$

1,8 > 1,4 Условие выполняется

В) Определим высоту сжатой зоны бетона

$$x = \frac{R_s \frac{l_{on}}{l_{an}} \cdot A_{s.on}}{b \cdot R_b} \text{ [м]}$$

$$x = \frac{280 * 10^3 * \frac{0,2}{1,8} * 147 * 10^{-4}}{0,4 * 19 * 10^3} = 838,16 * 10^{-4} \text{ м}$$

Г) Определим момент, воспринимаемый продольной арматурой

$$M_s = R_s \frac{l_{on}}{l_{an}} A_{s.on} (h_0 - 0,5 \cdot x) \text{ [кН} \cdot \text{м]}$$

$$M_s = 280 * 10^3 * \frac{0,2}{1,8} * 147 * 10^{-4} * (1,46 - 0,5 * 0,0838) = 891,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Д) Определим момент, воспринимаемый поперечной арматурой

$$M_{sw} = q_{sw} \frac{c^2}{2} \text{ [кН} \cdot \text{м]}$$

$$M_{sw} = 1966 * \frac{7^2}{2} = 48167 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Е) Определим суммарный момент

$$M_{cn} = M_s + M_{sw}$$

$$M_{cn} = 891,8 + 48167 = 49058,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{cn} \geq M_c; \quad 49058,8 > 4110,5$$

Данное условие выполняется, то есть несущая способность балки обеспечена.

При невыполнении условия необходимо выполнить следующее: увеличить количество поперечной арматуры путем уменьшения ее шага или увеличение диаметра, установить дополнительные анкерные устройства на концах продольной арматуры на опоре.

### Расчеты по II группе предельных состояний:

#### 3.2.6. Расчет ширины раскрытия трещин

Производим проверку на продолжительность раскрытия трещин от действия нормативных состояний и длительной части временной нагрузки.

Нормами допускается раскрытие трещин до определенной величины. Для конструкций, относящихся ко II и III категории, эта величина составляет 0,3 мм.

1. Определим нормативную погонную нагрузку

$$q_{\text{пог}}^{\text{норм}} = [q_{\text{пост}}^{\text{норм}} + q_{\text{длит}}^{\text{норм}}] S \quad \left[ \frac{\text{кН}}{\text{мп}} \right]$$

$$q_{\text{пог}}^{\text{норм}} = [4,9 + 0,9 + 0,7 + 0,5 + 1,5] * 10 = 85 \left[ \frac{\text{кН}}{\text{мп}} \right]$$

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40



2. Найдем момент от нормативных нагрузок

$$M_n = q_n \frac{l_0^2}{8} \quad [\text{кН} \cdot \text{м}]$$

$$M_n = 85 * \frac{33^2}{8} = 11570,6 \quad [\text{кН} \cdot \text{м}]$$

3. Определим коэффициент, учитывающий влияние толщины защитного слоя бетона со стороны растянутой арматуры

$$\delta = \frac{M_n}{bh_0 R_{b.ser}} \quad [\text{кН/м}]$$

$R_{b.ser} = 22$  Мпа (расчетное сопротивление бетона осевому сжатию для предельных состояний 2ой группы)

$b = 0,4$  м – ширина сечения ригеля

$h_0 = 1,46$  м – оптимальная высота сечения ригеля

$$\delta = \frac{11570,6}{0,4 * 1,46 * 22 * 10^3} = 0,9 \quad [\text{кН/м}]$$

4. Определим процент армирования

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0}$$

$$\mu = \frac{153,92 * 10^{-4}}{0,4 * 1,46} = 0,0264$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}$$

$E_s$  – модуль упругости арматуры

$E_b$  – модуль упругости бетона

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

$$\alpha = \frac{20 \cdot 10^7}{30 \cdot 10^6} = 6,66 \text{ (соотношение модуля упругости арматуры к модулю упругости бетона)}$$

5. Определим относительную высоту сжатой зоны

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{1}{\beta + \frac{1 + 5\delta}{10\mu\alpha}}$$

$\beta$  – коэффициент для тяжелого бетона

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5 \cdot 0,9}{10 \cdot 0,0264 \cdot 6,66}} = 0,2$$

6. Найдем расстояния между центрами тяжести растянутой арматуры и сжатого бетона

$$Z = h_0(1 - 0,5\xi) \text{ [м]}$$

$$Z = 1,46 * (1 - 0,5 * 0,2) = 1,3 \text{ [м]}$$

7. Определим величину напряжения

$$\sigma_s = \frac{M_n}{A_s \cdot Z} \left[ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \right]$$

$A_s$  – фактическая площадь сечения

$Z$  – расстояние от ц. т. сжатой зоны бетона до ц. т. площади сечения растянутой арматуры

$$\sigma_s = \frac{11570,6}{153,92 * 10^{-4} \cdot 1,3} = 578252,4 \left[ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \right]$$

### 8. Расчет раскрытия трещин

$$\varphi_l = 1,6 - 15\mu$$

$$\varphi_l = 1,6 - 15 * 0,0264 = 1,2$$

$$a_{crc} = \delta \cdot \varphi_1 \eta \frac{\sigma_s}{E_s} 20(3.5 - 100\mu) \sqrt[3]{d_s}$$

$\delta = 1$  (коэф. для изгибаемых элементов)

$\varphi_1$  – коэф. для тяжелого бетона

$\eta = 1$  (коэф. для класса арматуры)

$E_s = 20 * 10^7$  Па (модуль упругости арматуры)

$\mu$  – коэф. армирования

$d_s = 70$  мм (диаметр продольной арматуры, определен ранее)

$$a_{crc} = 1 * 1 * 1,2 * \frac{57,8 * 10^4}{20 * 10^7} 20 * (3.5 - 100 * 0,0264) \sqrt[3]{70} = 0,23$$

Необходимо выполнение условия:  $a_{crc} \leq a_{crc}^{reg}$

$$a_{crc}^{reg} = 0,23$$

$0,23 < 0,3$  - Условие выполняется. В случае невыполнения данного неравенства необходимо увеличить количество продольной арматуры путем увеличения ее диаметра.

### 3.2.7. Расчет балки по деформации

Согласно СП 20.13330.2011 для перекрытий предельно допустимый прогиб  $l/300 = 33000/300 = 110$  мм. Прогиб балки происходит за счет искривления ее нормальной оси под действием нагрузок. Искривленная ось имеет радиус  $r$ , ее обратная величина называется кривизной.

Определим кривизну

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

$$\frac{1}{r} = \frac{M_n}{h_0 Z} \left[ \frac{\Psi_s}{E_s A_s} + \frac{\Psi_b}{\xi \cdot b \cdot h_0 E_b \nu} \right], \quad \left[ \frac{1}{\text{м}} \right]$$

$\nu = 0,15$  (коэффициент, учитывающий увеличение кривизны за счет проявления неупругих свойств бетона)

$\Psi_b = 0,9$  (коэффициент, учитывающий влияние на кривизну неравномерности деформаций бетона между трещинами в сжатой зоне)

$\Psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} * \varphi_m$  (коэффициент, учитывающий увеличение кривизны за счет неравномерности деформаций растянутой арматуры между трещинами)

$\varphi_{ls} = 0,8$  (коэффициент, учитывающий влияние длительности действия нагрузки)

$$\varphi_m = \frac{R_{bt.n} W_{pl}}{M_n}$$

$R_{bt.n} = 1,95 \text{ МПа} = 1950 \text{ кг/м}^2$  (нормативное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В-35)

Определим пластический момент сопротивления:

$$W_{pl} = \frac{bh^2}{3,5} [\text{м}^3]$$

$b = 0,4 \text{ м}$  (ширина сечения ригеля)

$h = 1,46 \text{ м}$  (высота сечения ригеля)

$$W_{pl} = \frac{0,4 * (1,46)^2}{3,5} = 0,24 [\text{м}^3]$$

$$\varphi_m = \frac{1,95 * 10^3 * 0,24}{11570,6} = 0,04$$

$$\Psi_s = 1,25 - 0,8 * 0,04 = 1,2$$

$$\frac{1}{r} = \frac{11570,6}{1,46 * 1,3} * \left[ \frac{1,2}{20 * 10^7 * 153,92 * 10^{-4}} + \frac{0,9}{0,2 * 0,15 * 0,4 * 1,46 * 30 * 10^6} \right]$$

$$= 1,03 * 10^{-3} \left[ \frac{1}{\text{м}} \right]$$

После определения кривизны балки вычисляем ее прогиб:

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{1}{r} \cdot l_0^2 [\text{м}]$$

$$f = \frac{5}{48} \cdot 0,00103 \cdot 33^2 = 0,103 \text{ м} = 103 \text{ мм}$$

$$f < f_{\text{доп}}$$

103 мм < 110 мм – условие выполняется. В случае, если бы условие не выполнялось, необходимо было увеличить высоту балки, класс бетона и диаметр продольной арматуры.

Таким образом, b (ширина сечения ригеля) = 0,4 м;

h (высота сечения ригеля) = 1,5 м;

класс бетона В-35;

параметры арматуры: класс арматуры А300,  $d_s$  (диаметр продольного сечения) = 70 мм (кол-во стержней = 4 шт);  $d_{sw}$  (диаметр поперечного сечения) = 18 мм (кол-во стержней = 4 шт).

#### 4. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

#### 4.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДА

Внутренний водопровод, совмещающий хозяйственные, питьевые и противопожарные функции, распределяет воду между потребителями внутри здания. Ввод водопровода выполняется из чугунных, стальных, пластмассовых, асбестоцементных, металлопластиковых, стеклопластиковых труб. В местах его врезки в городскую сеть устанавливаются колодцы. На наружном же водопроводе предусматривается установка пожарных гидрантов. Поверхности труб обеспечиваются антикоррозийной изоляцией по ГОСТ 9.602-2016.

Глубина заложения наружного водопровода по СП 31.13330.2012 должна быть на 0,5 м ниже расчётной глубины промерзания, при условии измерения с нижней части трубы. Таким образом,  $H_{\text{залож}} = H_{\text{промерз}} + 0,5 \text{ м}$ .

$H_{\text{промерз}}$  для Челябинска (преимущественно для суглинков и глин) = 1,7 м

$$H_{\text{залож}} = 1,7 + 0,5 = 2,2 \text{ м}$$

Внутренний водопровод прокладывается по подвальному этажу.

Обычно проектируется закольцованная схема водопровода.

1) Определение расчетного расхода воды

А) определение количества потребителей:

(30 000 студентов, 5000 преподавателей и сотрудников на общей площади 446023 м<sup>2</sup> => на новой площади (2200\*4 м<sup>2</sup> + 2800\*3 м<sup>2</sup> + 2500 м<sup>2</sup> + 4100 м<sup>2</sup>) – U = 3255 человек потребителей).

По данным таблицы «Соотношение полов в населении России по переписям в России» число мужчин, приходящихся на 1 женщину, = 0,871. Таким образом, число потребителей-женщин = 1740 чел, мужчин = 1515 чел.

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР					

Исходя из этих данных в пункте Б будет рассчитано кол-во приборов (N, шт), согласно Пособию к СНиП 2.08.02–89.

Б) определение общего расхода воды:

По таблице Приложения 3 СНиП 2.04.01-85 определяем, что для нового комплекса зданий требуется следующее количество воды на питьевые нужды:

Водопотребители и санитарные приборы	<i>N</i> <i>шт</i>	$q_0^{tot}$ <i>л/с</i>	<i>U</i> <i>чел</i>	$q_{hr.u}^{tot}$ <i>л/с</i>	<i>P</i>	<i>PN</i>	$\alpha$	<i>q</i> <i>л/с</i>
Учебная часть	248	0,14	3000	2,7	0,065	16,12	5,876	4,11
Общественная часть	23	0,14	255	4	0,088	2,03	1,437	1,01
Итого:	271		3255					5,12

где

*N* – число сантехнических приборов (водоразборные приборы включают в себя мойки, умывальники, писсуары, унитазы);

$q_{hr.u}^{tot}$  - общий расход воды в час наибольшего потребления;

*U* – количество потребителей;

$q_0^{tot}$  – расход воды одним прибором;

*P* - вероятности включения приборов;

$$P = \frac{q_{hr.u}^{tot} * U}{3600 * q_0^{tot} * N}$$

$\alpha$  - коэффициент, определяемый согласно приложению 4 СНиП 2.04.01-85.

В) вычисление общего расхода воды холодного и горячего водоснабжения для питьевых нужд:

$$q = 5 * q_0^{tot} * \alpha$$



2) Определение диаметра труб на вводе в здание

(по ходу движения воды диаметр трубы уменьшается)

По пособию Шевелева Ф. А. и Шевелева А. Ф. для расхода воды здания  $q = 5,12$  л/с можно принять стальные трубы  $d$  от 50 до 175 мм (ГОСТ 10704-63). Возьмем оптимальный  $d = 75$  мм, при этом скорость движения воды  $v = 0,94$  м/с, а гидравлический уклон  $1000i = 25,0$ .

Потери напора принимаются примерно от этажности; на каждый этаж 3-4 м.

3) Определение расхода воды на тушение пожаров и диаметра общих труб:

Согласно таблице 1 из СНиП 2.04.01-85 число струй = 2 шт, а минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение на одну струю = 2,5 л/с.

$$\text{Таким образом, } q_{\text{пож}} = 2 * 2,5 = 5 \text{ л/с}$$

$$\text{Следовательно, } q_{\text{общ}} = q_{\text{пож}} + q$$

$$q_{\text{общ}} = 5 + 5,12 = 10,12 \text{ л/с}$$

Из пособия Шевелева Ф. А. и Шевелева А. Ф. определим диаметр стальных труб:  $d = 150$  мм  $v = 0,52$  м/с,  $1000i = 3,68$ .

В дальнейшем данные стальные трубы присоединяются к магистральному трубопроводу  $D = 700$  мм.

Также при проектировании водопровода на плане следует учитывать расположение гидрантов. Радиус одного гидранта = 200 м, расстояние между двумя гидрантами = 150 м.

## 4.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Хозяйственно-бытовая канализация для отвода загрязненных вод от сантехнических приборов принимается по СНиП 2.04.01-85.

Приемники бытовых вод устанавливаются на определенной высоте от пола:

- Мойки – 850 мм;
- Умывальники – 850 мм;
- Унитазы – 380 мм.

Отводные трубопроводы прокладывают над полом вдоль стен. Они предназначены для соединения санитарно-технических приборов со стояками. На концах и поворотах устанавливаются устройства для прочистки. Отводные линии от унитазов приняты диаметром = 100 мм, для остальных приборов = 50 мм. Уклон трубопровода  $i = 0,02$  в сторону выпуска.

Отвод сточных вод производится по закрытым самотечным трубопроводам из чугунных раструбных канализационных труб и фасонных частей по ГОСТ 6942-98.

Поворот стояка на участке перехода его в выпуск выполняется из двух отводов с углом 135 градусов.

Определение расхода хозяйственно-бытовых сточных вод:

$$q^s = q_{\text{общ}} + q_0^s$$

$q_0^s$  – из СНиПа 2.04.01-85 Приложение 2 (унитаз со смывным бачком):

$$q^s = 10,12 + 1,6 = 11,72 \text{ л/с}$$

По таблице 8 данного СНиПа находим пропускную способность данного стояка и конструкции. Диаметр поэтажного отвода = 100 мм, выбираем

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

пропускную способность выше  $q^s$ . Следовательно, пропускная способность = 12,8, а диаметр стояка = 150 мм.

Далее производится гидравлический расчет дворовой сети с учетом увеличения расходов, диаметров, скоростей движения воды.

Присоединение водоотводящих стояков к магистральным участкам и магистральных участков друг к другу осуществляется с помощью отводных, косых тройников и крестовин.

Диаметр магистральных участков принят конструктивно 150 мм. Трубопроводы выполняются из чугунных канализационных труб по ГОСТ 6942-98.

Наружная канализационная сеть диаметром 300 мм присоединяется к городскому магистральному коллектору диаметром 1200 мм.

#### 4.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСТОКА

Внутренние водостоки должны обеспечивать отвод дождевых и талых вод с кровель зданий и прилегающей территории. Расчет и строительство ливневых канализаций базируются на СНиП-2.04.03-85 – «Канализация. Наружные сети и сооружения».

1) Определение среднестатистического объема осадков, которые необходимо отвести с территории:

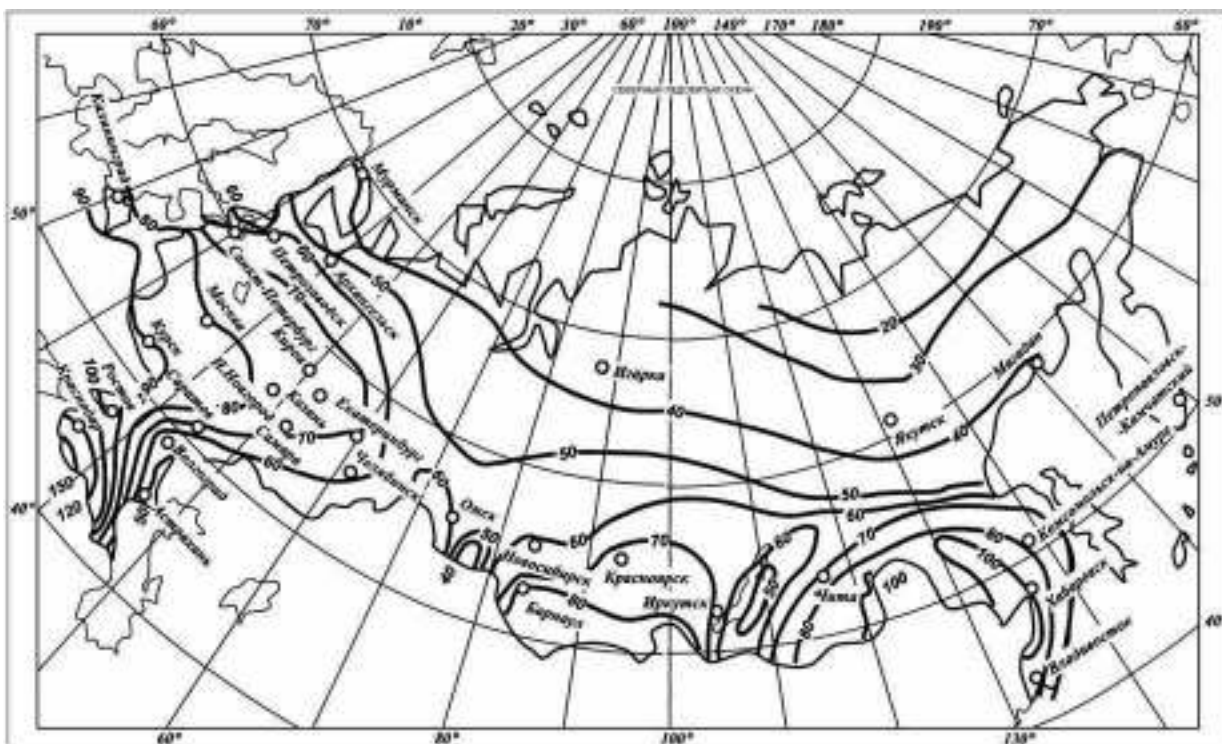
$$Q = q_{20} * F * \Psi \text{ (л/с)}$$

Где

- $F$  – площадь участка, с которого производится водосбор (га);
- $\Psi$  – это поправочный коэффициент, учитывающий впитывающие способности того или иного покрытия.

- Кровля дома — 1,0
- Асфальтовые покрытия — 0,95
- Бетонированные участки — 0,85
- Трамбованное щебеночное покрытие — 0,4
- Открытый грунт, дерн, газоны — 0,35

–  $q_{20}$  - коэффициент интенсивности осадков данной территории, исчисляемый в литрах в секунду на гектар площади; для Челябинска = 60



Таким образом,  $Q = 60 * (1*7 + 0,95*0,3 + 0,85*0,8 + 0,35*1,4) = 570$  л/с

## 2) Определение диаметра трубопровода внутреннего водостока:

Так как расчетный объем осадков достаточно велик, и для него потребуется слишком большой уклон, рациональнее будет использовать два трубопровода для отведения ливневых вод с  $Q = 285$  л/с. Согласно таблице, диаметр данных трубопроводов  $d = 600$  мм со скоростью отведения вод  $v = 1,48$  м/с и уклоном  $i = 5\text{‰}$ .

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Уклон %/оо	Уровень заполнения	Диаметр 400 мм		Диаметр 500 мм		Диаметр 600 мм	
		Скорость v, м/с	Расход q, л/с	Скорость v, м/с	Расход q, л/с	Скорость v, м/с	Расход q, л/с
1	100%	0,49	46	0,57	82	0,58	164
	50%	0,42	21	0,48	37	0,49	75
	25%	0,27	7	0,31	12	0,32	23
5	100%	1,1	102	1,27	183	1,48	333
	50%	0,94	46	1,08	82	1,26	150
	25%	0,61	14	0,70	26	0,81	47
10	100%	1,56	144	1,8	258	2,09	471
	50%	1,33	65	1,53	116	1,78	212
	25%	0,86	20	0,99	36	1,15	66

3) Определение глубины заложения трубопровода канализации:

$$H_{\text{залож}} = H_{\text{промерз}} + 0,7 \text{ м.}$$

$H_{\text{промерз}}$  для Челябинска (преимущественно для суглинков и глин) = 1,7 м

$$H_{\text{залож}} = 1,7 + 0,7 = 2,4 \text{ м}$$

Согласно рекомендациям СНиП, смотровые колодцы следует предусматривать:

- В местах присоединений труб.
- В точках изменения направления или перепада уровня трубопровода, изменения его диаметра.
- На прямолинейных участках – через определенные отрезки, в зависимости от диаметра трубы (коллектора): DN500-600 = 75 м.

Размер колодца также зависит от параметров входящей в него трубы наибольшего диаметра. В условиях строительства, где не применяются трубопроводы большого диаметра (свыше 600 мм), колодцы должны иметь размеры 1000 × 1000 мм (круглый – d=1000).

#### 4.4. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ОТОПЛЕНИЕ

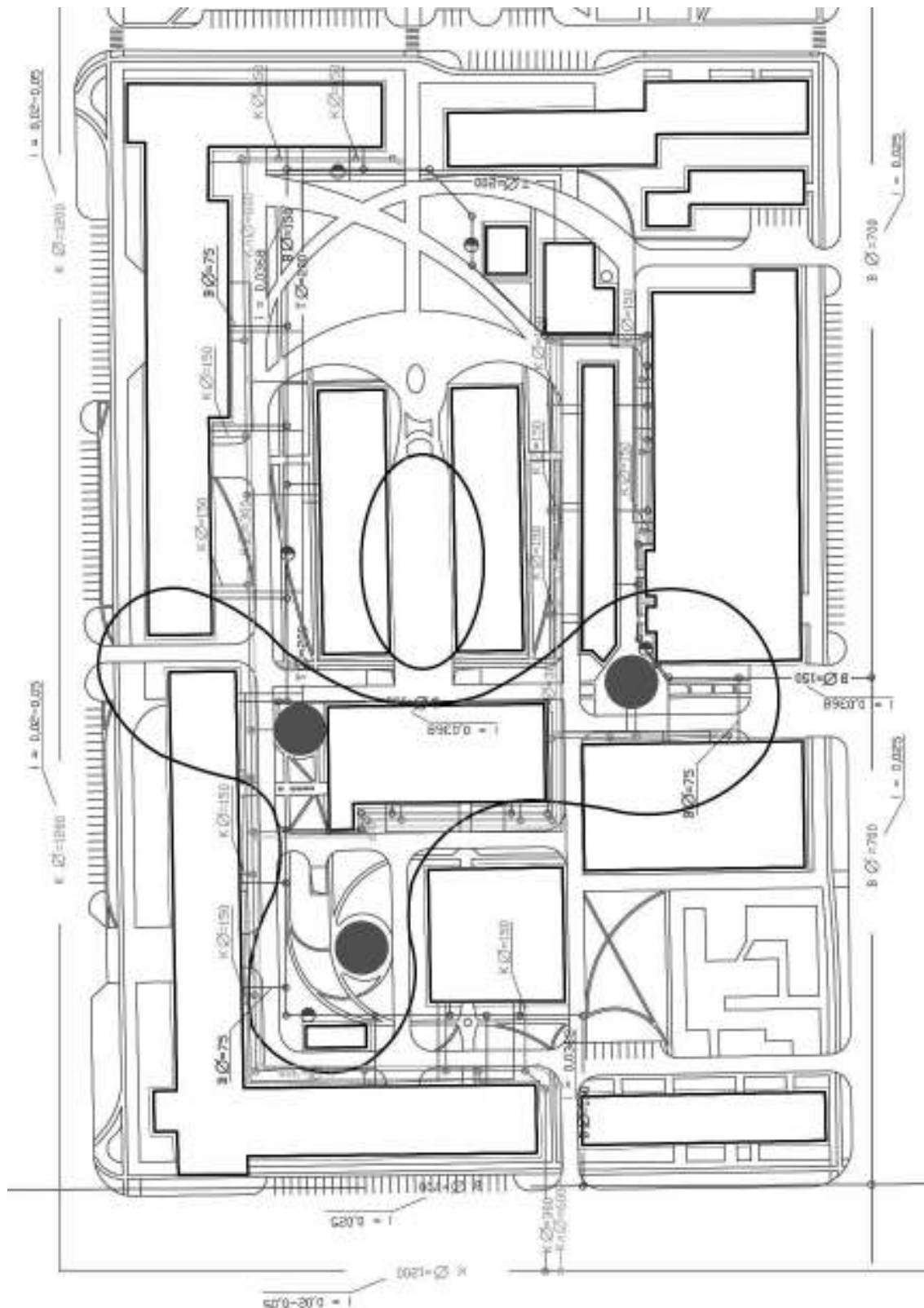
Для Челябинска, представителя целого региона с резко континентальным климатом, очень важна грамотно спланированная система отопления. Отопление представляет собой искусственное нагревание здания во время холодного сезона, чтобы компенсировать тепловые потери и поддерживать нормируемую комфортную для деятельности человека температуру со средней необеспеченностью 50 ч/год.

На базе южной учебной зоны ЮУрГУ, благоустройству которой посвящена данная дипломная работа, существует собственная автоматизированная котельная. Для производства и регулирования теплового снабжения в корпусах не требуется присутствия какого-либо обслуживающего персонала, что позволяет значительно снизить экономические и трудозатраты.

Таким образом, теплоснабжение новых зданий будет осуществляться по тепловым сетям, исходящим из существующей котельной. При этом системы отопления зданий планируется присоединять к тепловым сетям по независимой схеме, в противном случае, для каждого здания необходимо предусмотреть автоматизированный насосный узел смешения. Так, возможно будет предотвратить повышенное давление и температурные скачки в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

Все отопительно-вентиляционное оборудование и трубопроводы предусматриваются из антикоррозионных материалов или с защитными покрытиями, такими как краска из горючих материалов толщиной не более 0,2 мм.

## 4.5. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ СЕТЕЙ



Условные обозначения:

- |       |             |        |                      |
|-------|-------------|--------|----------------------|
| — В — | водопровод  | — Кл — | ливневая канализация |
| — Т — | теплотрасса | ●      | пожарный гидрант     |
| — К — | канализация | ○      | колодец              |

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КурГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР

Лист

55

## 5. ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56



## 5.1. ТАБЛИЦА ПОТРЕБНОСТИ В ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

№ п/п	Наименование	Всего
1	Расход вент-фасадов из титан-цинка (м <sup>3</sup> )	50 000
2	Расход стальных зажимов и прутков (шт)	3 000
3	Расход бетона (м <sup>3</sup> )	3 500
4	Расход металлоконструкций ферм и пространственных конструкций (т)	40 000

## 5.2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСОВ И СКЛАДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

До основных строительных работ проводят инженерную подготовку участка, прокладывают временные подъездные пути для крана и иной техники.

К тому же обязательным условием является огораживание территории забором высотой не менее 2 м для обеспечения охранных и защитных требований. По периметру забора устраивается искусственное освещение.

Но первоначальным этапом строительства на стадии подготовительных работ является проведение комплекса расчетов и геодезических анализов, благодаря которым будет предоставлена возможность определить размеры строительной площадки с учетом зоны хозяйственных и бытовых нужд, а также спрогнозировать будущее водо-, тепло и электроснабжение.

1) Производственный запас:

$$P_{ск} = \frac{P_{общ} * T_n * k_1 * k_2}{T_{общ}}$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общее кол-во материалов, необходимых для выполнения работ на объекте;

$T_{\text{н}}$  – норма запаса материала;

$k_1 = 1,1$  – коэффициент неравномерного поступления материала на площадку;

$k_2 = 1,2$  – коэффициент неравномерного расхода материала со склада;

$T_{\text{общ}}$  – общая продолжительность расхода данного вида материалов.

Расчет запаса материалов:

1. Запас бетона

$$P_{\text{ск}} = \frac{3500 * 8 * 1,1 * 1,2}{4 * 25} \text{ (т к норма запаса бетона = 8 дней; в месяце 25 дней)} = 369,6 \text{ м}^3;$$

2. Запас вент-фасадов из титан-цинка

$$P_{\text{ск}} = \frac{50000 * 8 * 1,1 * 1,2}{4 * 25} \text{ (т к норма запаса металла = 8 дней; в месяце 25 дней)} = 5280 \text{ м}^3;$$

3. Запас стальных зажимов и прутков

$$P_{\text{ск}} = \frac{3000 * 12 * 1,1 * 1,2}{4 * 25} \text{ (т к норма запаса стали = 12 дней; в месяце 25 дней)} = 475,2 \text{ шт};$$

4. Запас металлоконструкций ферм и пространственных конструкций

$$P_{\text{ск}} = \frac{40000 * 8 * 1,1 * 1,2}{4 * 25} \text{ (т к норма запаса металлических конструкций = 8 дней; в месяце 25 дней)} = 4225 \text{ т};$$

2) Площадь склада:

$$S_{\text{скл}} = P_{\text{ск}} * q$$

где  $q$  – норма складирования для материалов;

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

$$q_b = 3,5 \frac{m^2}{m^3}$$

$$q_{вф} = 0,8 \frac{m^2}{m^3}$$

$$q_{ст} = 0,02 \frac{m^2}{шт}$$

$$q_m = 0,3 \frac{m^2}{т}$$

Расчет:

1. Площадь склада бетона:

$$S_{скл} = 369,6 * 3,5 = 1293,6 \text{ м}^2$$

2. Площадь склада вент-фасадов из титан-цинка:

$$S_{скл} = 5280 * 0,8 = 4225 \text{ м}^2$$

3. Площадь склада стальных зажимов и пруты:

$$S_{скл} = 475,2 * 0,02 = 9,5 \text{ м}^2$$

4. Площадь склада металлоконструкций ферм и пространственных конструкций:

$$S_{скл} = 4225 * 0,3 = 1268 \text{ м}^2$$

Общая площадь открытого склада = 6796,1 м<sup>2</sup>.

Как видно из расчетов, площадь складов значительна, а условия плотной застройки вокруг и в пределах границ проектирования не позволяют разместить такие огромные площади вблизи непосредственной работы крана. Таким образом, по мере востребования строительных материалов их доставляют с общего склада в зону работы крана и монтируют непосредственно с транспортных средств.

### 5.3. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

						ЮУрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			59

Наименование	Кол-во человек	Нормативная площадь (м <sup>2</sup> /ч)	Нормативная площадь (м <sup>2</sup> )	Кол-во бытовых помещений	Размеры помещений (м*м)
Прорабское	3	4	12	1	3x6
Диспетчерское	2	7	14	1	3x6
Гардеробное	20	0,9	18	2	2,5x4
Душевые	20	0,54	11	2	2x4
Сушилка	20	0,2	4	1	2x4
Столовая	25	0,8	20	2	2,5x4
Туалет	25	0,1	2,5	2	2x4

#### 5.4. РАСЧЕТ ВРЕМЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}$$

$$1) Q_{хоз} = \frac{q_{хоз} * P_{пр} * k_4}{t * 3600} + \frac{q_{дн} * n_{дн}}{t_1 * 60}$$

где  $q_{хоз} = 15$  л/с – удельный расход воды на 1 работника;

$P_{пр}$  = кол-во работников на объекте;

$k_4$  = коэффициент неравномерности потребления воды = 2;

$t$  = продолжительность рабочей смены = 8 часов;

$q_{дн} = 30$  л/с – удельный расход воды при приеме душа 1 рабочего;

$n_{дн} = 0,5 * P_{пр}$  – кол-во принимающих душ;

$t_1$  – время приема душа = 15 мин

$$Q_{хоз} = \frac{15 * 25 * 2}{8 * 3600} + \frac{30 * 0,5 * 25}{15 * 60} = 0,03 + 0,42 = 0,45 \text{ л/с}$$

$$2) Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$$

$$3) Q_{\text{пр}} = 0,7*(Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}) = 0,7*(0,45 + 10) = 7,32 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{тр}} = 7,32 + 0,45 + 10 = 17,77 \text{ л/с}$$

### ДИАМЕТР ВРЕМЕННОГО ВОДОПРОВОДА

$$D = 2 * \sqrt{\frac{Q_{\text{тр}} * 1000}{3,14 * v}}$$

где  $v = 0,9$  м/с – скорость движения воды по трубопроводу

$$D = 2 * \sqrt{\frac{17,77 * 1000}{3,14 * 0,9}} = 158,6 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр неоцинкованной трубы по сортаменту = 159 мм

Наружный диаметр, мм	Масса 1 п.м. кг, при толщине стенки, мм											
	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
76	7,76	9,08	10,36	11,61	12,82	14,07	15,28	16,53	17,83	19,04	20,25	21,41
86	10,36	11,33	12,28	13,16	14,06	14,96	15,86	16,76	17,66	18,56	19,46	20,36
102	11,96	13,05	14,21	15,40	16,55	17,64	18,73	19,82	20,91	22,00	23,09	24,18
108	12,70	13,90	15,09	16,24	17,39	18,54	19,69	20,84	21,99	23,14	24,29	25,44
114	13,44	14,72	15,98	17,17	18,31	19,46	20,61	21,76	22,91	24,06	25,21	26,36
121	14,39	15,67	16,93	18,17	19,36	20,55	21,74	22,93	24,12	25,31	26,50	27,69
127	15,04	16,48	17,90	19,30	20,69	22,08	23,47	24,86	26,25	27,64	29,03	30,42
133	15,78	17,29	18,79	20,22	21,64	23,06	24,48	25,90	27,32	28,74	30,16	31,58
140	16,85	18,44	19,93	21,35	22,76	24,17	25,58	26,99	28,40	29,81	31,22	32,63
146	17,39	19,06	20,72	22,36	23,98	25,60	27,22	28,84	30,46	32,08	33,70	35,32
152	18,13	19,87	21,60	23,30	25,00	26,70	28,40	30,10	31,80	33,50	35,20	36,90
158	18,99	20,82	22,64	24,44	26,24	28,04	29,84	31,64	33,44	35,24	37,04	38,84
168	—	—	—	27,29	29,17	31,05	32,93	34,81	36,69	38,57	40,45	42,33

### 5.5. РАСЧЕТ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Расчет нагрузок по установленной мощности электроприемников определяется по формуле:

$$P_p = \alpha * (\Sigma((k_{1c} * P_c)/\cos\varphi) + \Sigma((k_{2c} * P_T)/\cos\varphi) + \Sigma(k_{3c} * P_{OB}) + \Sigma P_{OH})$$

где

$\alpha = 1,1$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети;

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}$  – коэффициенты спроса, зависящие от числа потребления;

$$k_{1c} = 0,36$$

$$k_{2c} = 0,5$$

$$k_{3c} = 0,8$$

$P_c$  – мощность силовых потребителей:

(Автокран = 300-320 кВт

Компрессор = 100-120 кВт

Сварочные трансформаторы = 200-250 кВт

Мелкие механизмы = 70-100 кВт)

$P_T$  – мощность потребления на технологические нужды = 500 кВт

$P_{об}$  – мощность устройств внутреннего освещения = 60-120 кВт

$P_{он}$  – мощность устройств наружного освещения = 40 кВт

$\cos\varphi = 0,65$  – коэффициент мощности, зависящий от нагрузки от силовых потребителей

$$P_p = 1,1 * (3*((0,36*(310+110+230+100))/0,65) + 3*((0,5*500)/0,65) + 3*(0,8*90) + 40) = 2922 \text{ кВт}\cdot\text{А}$$

Принимаем по сортаменту СКТП-750. При наличии свободного места в существующей ТП дополнительную трансформаторную подстанцию сооружать не следует.

## 5.6. ВЫБОР КРАНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНОЙ ЗОНЫ КРАНА

1) Выбираем автокран Liebherr LTM 1200-5.1, т к он обладает наилучшими характеристиками для строительства на стеснённой строительной площадке:

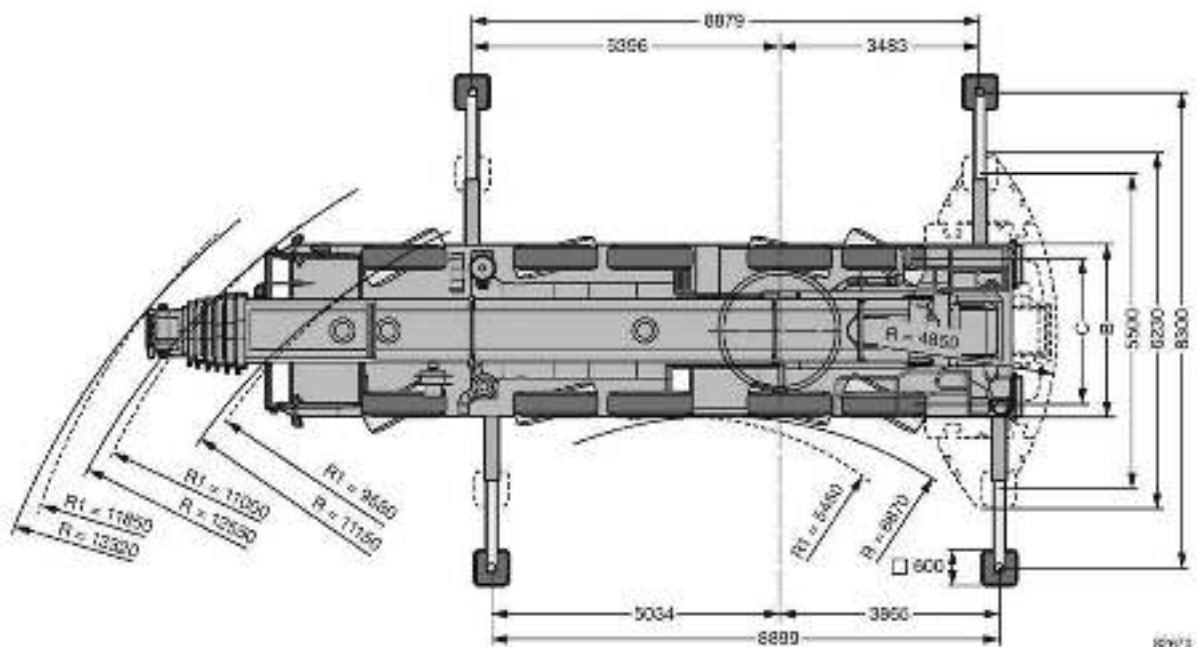
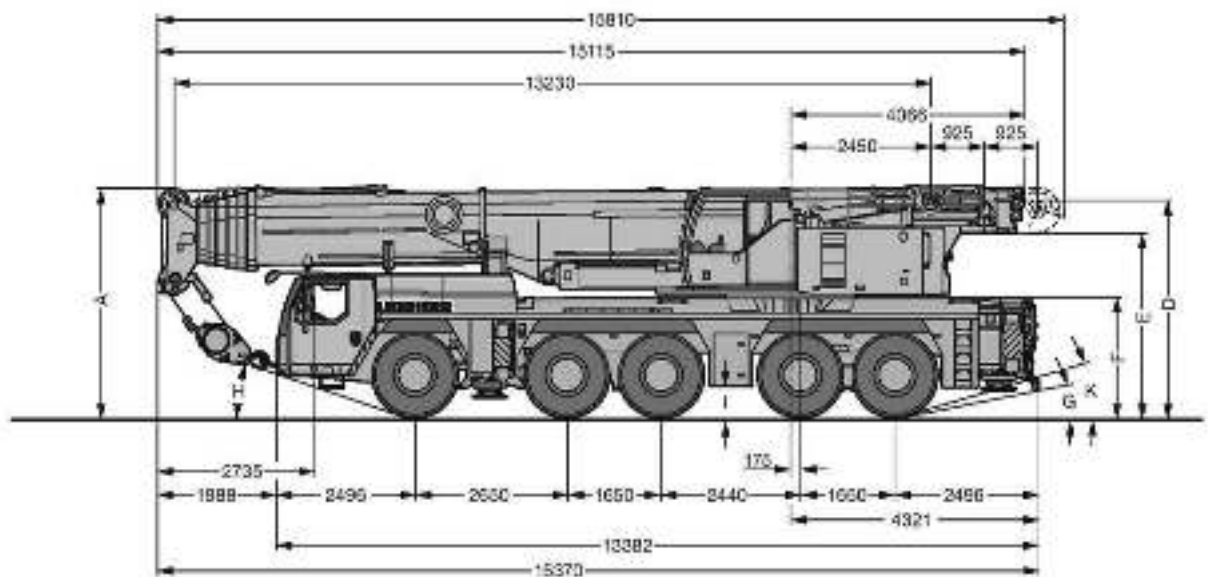
Малый радиус поворота = 11 м

Малая ширина шасси = 3 м

Радиус балласта = 4,85 м

Максимальный вылет стрелы = 72 м

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮУрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР				

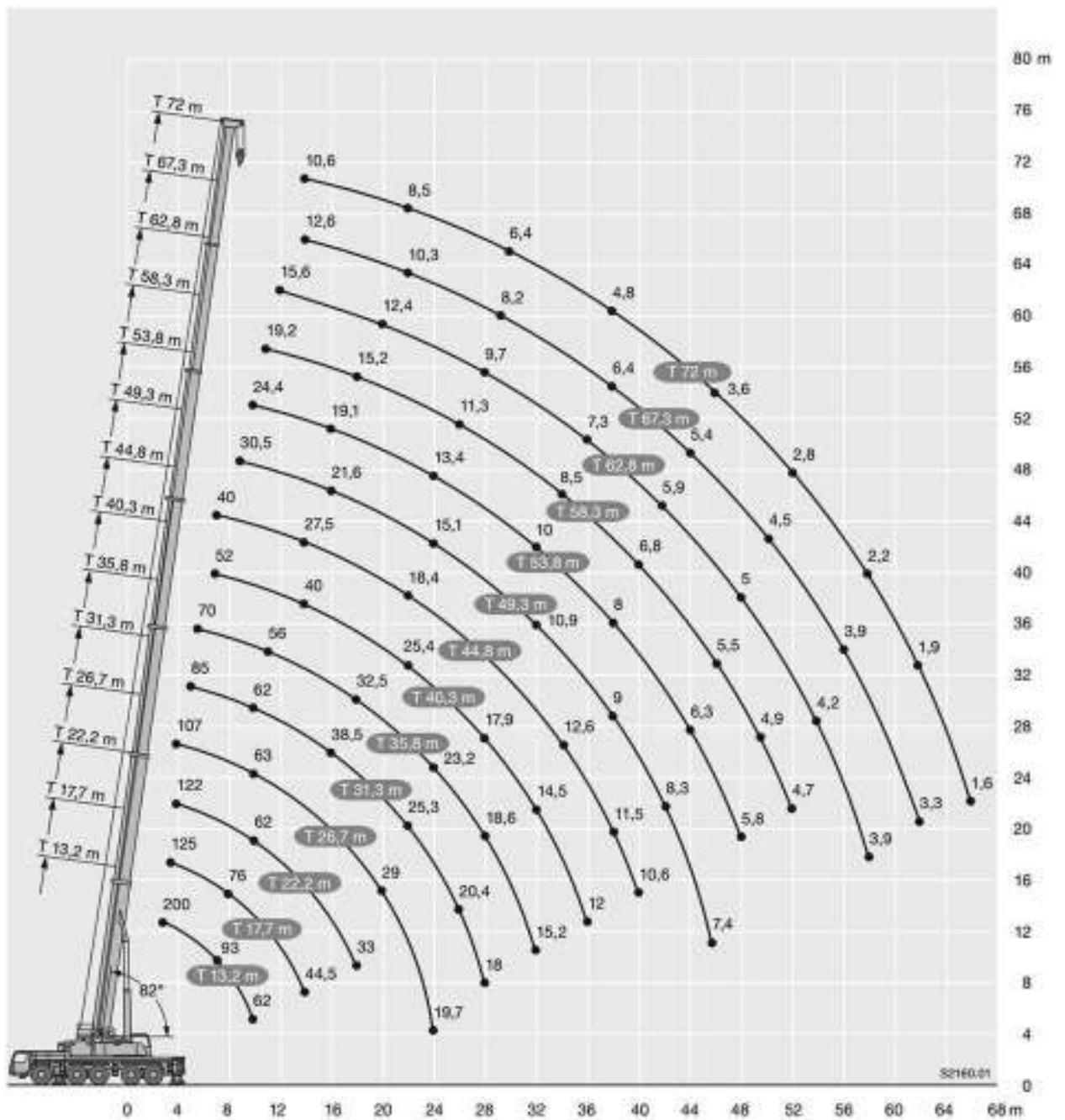


R... Axial turning - A... Wheel steering - Direction to the crane - Turn of the mast - Direction as to the eye - Подерговање електрично

Maße	Dimensions		Encombrement		Dimensions		Dimensions		Размери mm			
	A	A 150 mm*	B	C	D	E	F	G	H	I	K	
385/85 R 20 (14.00 R 25)	3950	3800	3000	2563	3704	3139	2000	10°	16°	377	15°	
445/95 R 25 (18.00 R 25)	4000	3850	3000	2551	3754	3189	2050	11°	17°	427	18°	
525/80 R 25 (20.5 R 25)	4000	3850	3100	2573	3754	3189	2050	11°	17°	427	18°	

\*објект - forward - одоззад - одоззад - супериор објект - лисај одоззад

Изм.	Лист	№ док.ум.	Погр.	Дата
------	------	-----------	-------	------



2) Определяем расстояние между осью крана и стеной строящегося здания

$$B = R_{\text{пов}} + L_{\text{без}}$$

где

$R_{\text{пов}}$  – радиус поворотной системы крана; для автокрана Либхер LTM 1200-5.1  $R_{\text{пов}} = 4,85$  м,

$$L_{\text{без}} = 0,7 \text{ м}$$

$$B = 4,85 + 0,7 = 5,55 \text{ м}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЮУрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР

Лист

64



3) Определяем опасную зону работы крана

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{max}} + 0,5 * L_{\text{гр}} + L_{\text{без}}$$

где

$R_{\text{max}}$  – вылет стрелы крана; для автокрана Либхер LTM 1200-5.1  $R_{\text{max}} = 72$  м,

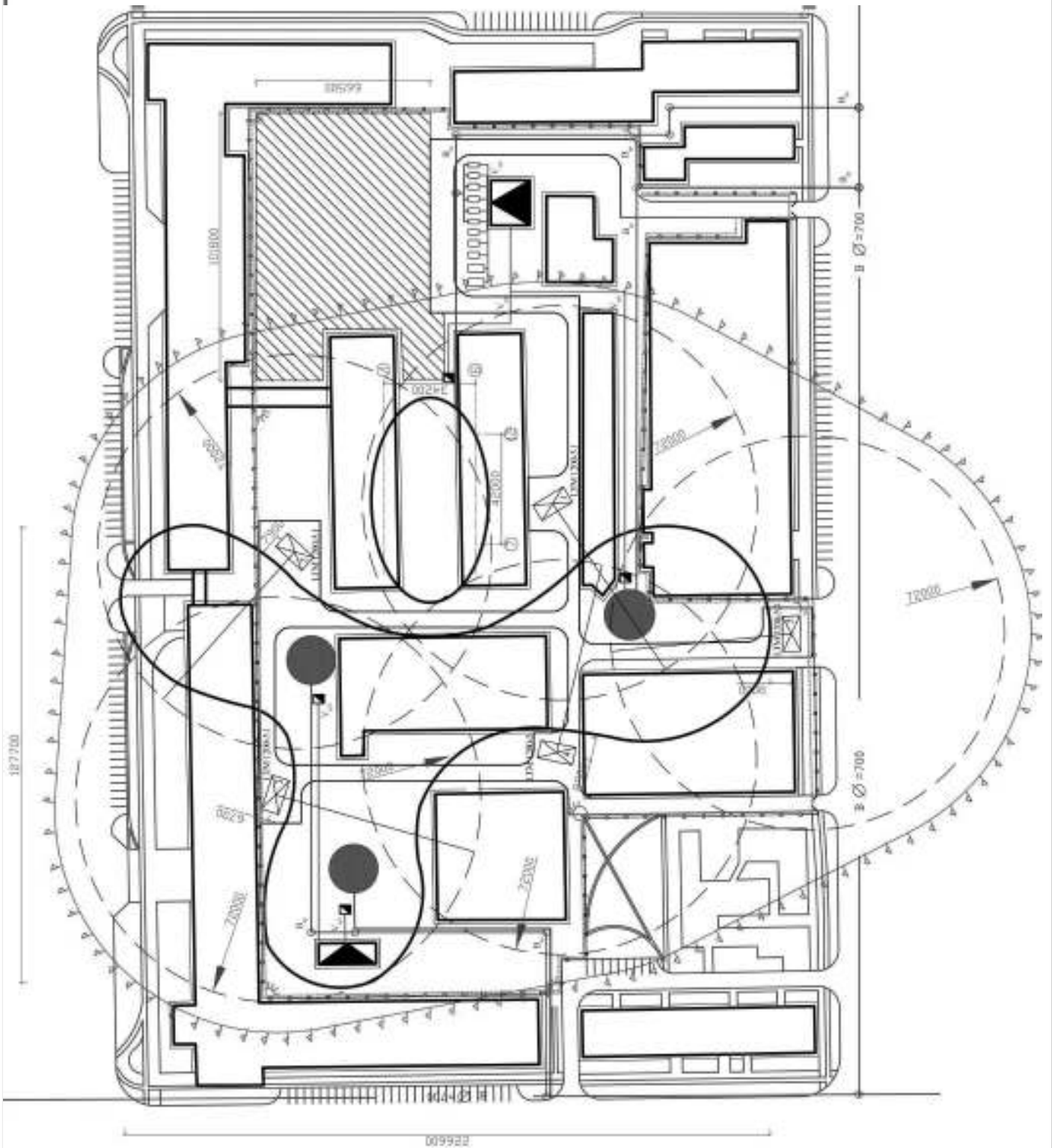
$$L_{\text{гр}} = 6 \text{ м}$$

$L_{\text{без}} = 10$  м (т.к. высота возводимой конструкции = высоте 8-ми этажного здания)












$$R_{\text{оп}} = 72 + 0,5 * 6 + 10 = 85 \text{ м}$$

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

## 5.7. СТРОЙГЕНПЛАН М 1:2000



Условные обозначения:

- |   |                    |   |                           |  |                         |
|---|--------------------|---|---------------------------|--|-------------------------|
|  | кран               |  | опасная зона работы крана |  | ограждение              |
|  | открытый склад     |  | ТП                        |  | ЛЭП наземная            |
|  | городок строителей |  | распределительный щит     |  | гор. сеть водоснабжения |
|  | прожектор          |   |                           |  | врем. электроснабжение  |

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КУРГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР

Лист

66

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перед началом разработки ВКР было поставлено сразу несколько основных задач, которые были выполнены в процессе работы.

Итогом проектирования является многофункциональный комплекс, соответствующий мировым стандартам, который станет не только новым учебным корпусом Южно-Уральского государственного университета, но и благоустроенным местом притяжения горожан и яркой доминантой центра города. В его разработке применяются новейшие технологии расчетов и строительства, а также используются современные отделочные материалы.

Таким образом, созданный проект реагирует на потребности крупного развивающегося города в увеличении общественных пространств для тихого и активного отдыха, а также органично вливается в городскую среду, предназначенную для организации учебных процессов.

					ЮУрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные материалы в ландшафтной архитектуре : учеб. пособие для вузов по направлению "Архитектура" / Г. С. Семеняк, С. Г. Шабиев ; под ред. С. Г. Шабиева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Архитектура ; ЮУрГУ - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2016.
2. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – Москва : Стройиздат, 1974.
3. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб / Ф. А. Шевелев. – Москва : Стройиздат, 1973.
4. ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. – М., 2016.
5. ГОСТ 6942-98 Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним. Технические условия. – Москва, 1999.
6. СНиП 2.08.02–89 Строительные нормы и правила Российской Федерации. Общественные здания и сооружения. Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996.
7. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции». – М., 1989.
8. СНиП 2.04.01–85 Строительные нормы и правила Российской Федерации. Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001.
9. СНиП 21-01-97\* Строительные нормы и правила Российской Федерации. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М., 1997.
10. СНиП 21-02-99\* Строительные нормы и правила Российской Федерации. Стоянки автомобилей. Госстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2003.
11. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84. Минстрой России, 2015.

					ЮУрГУ–070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

- 12.СП 1.13330.2009 Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – М., 2009.
- 13.СП 60.13330.2012 Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М., 2012.
- 14.СП к СНиП 2.08.02-89 Проектирование высших учебных заведений и институтов повышения квалификации. – Москва : Стройиздат, 1992.
- 15.СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*. – М., 2011.
- 16.СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – М., 2012.
- 17.СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М., 2011.

					ЮрГУ-070301.2018.005.ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69