

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению контрольной работы  
по дисциплине  
**«Радиационный контроль и радиационная безопасность в строительстве»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство  
Направленность (профиль):  
«Городское строительство и хозяйство»

Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Радиационный контроль и радиационная безопасность в строительстве» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Строительство», протокол № \_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Зав. кафедрой «Строительство»

подпись \_\_\_\_\_ Д.В. Щитов

## Содержание

### Введение

1. Цель и задачи освоения дисциплины
2. Формулировка задания и его объем
3. Общие требования к написанию и оформлению работы:
4. Рекомендации по выполнению задания:
5. План-график выполнения самостоятельной работы
6. Список рекомендуемой литературы

## **Введение**

Учебная дисциплина необходима для профессиональной подготовки будущих магистров в области строительства, обеспечивая их знания теоретическими основами радиационной безопасности в строительстве, планирования и проведения экспериментов, оформления текста научной работы и приложений к ней, а также порядок ее защиты.

Целями освоения дисциплины « Радиационный контроль и радиационная безопасность в строительстве» являются: подготовка бакалавров к использованию научных знаний, практической и исследовательской деятельности по научным проблемам радиационной безопасности в строительстве.

Основной задачей изучения дисциплины является: дать студентам необходимые знания по методикам оценки радиационной обстановки в составе инженерно-экологических изысканий, практической реализации строительными методами необходимых защитных мероприятий, осуществления в ходе строительства производственного радиационного контроля.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Программа дисциплины «Р а д и а ц и о н н ы й к о н т р о л ь и р а д и а ц и о н н а я б е з о п а с н о с т ь В с т р о и т е л ь с т в е» предназначена для бакалавров направления **08.03.01Строительство**

Цель изучения дисциплины:

- овладение основными принципами по обеспечению радиационной безопасности в процессе предпроектной и проектной подготовке, ведения строительства и после его завершения;
- овладение классификацией источников ионизирующих излучений;
- изучение радиационно-защитных свойств традиционных строительных и отделочных материалов;

К основным задачам при изучении дисциплины относятся:

- дать студентам необходимые знания по методикам оценки радиационной обстановки в составе инженерно-экологических изысканий, практической реализации строительными методами необходимых защитных мероприятий, осуществления в ходе строительства производственного радиационного контроля.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения модуля

### 5.1 Наименование компетенции

Код	Формулировка
УК-8	способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.
ПК-6	способность организовывать производство строительно-монтажных работ в сфере промышленного и гражданского строительства.

## 2. **Формулировка задания и его объем**

### 1. **Пример определения радиационного качества строительных материалов применяемых в строительстве.**

Естественные радионуклиды (ЕРН) – основные радиоактивные нуклиды природного происхождения, содержащиеся в строительных материалах: радий (Ra), торий (Th), калий (K), цезий (Cs). Удельная активность радионуклида (A) – отношение активности радионуклида в образце к массе образца, Бк/кг; Удельная эффективная активность ЕРН (A) – суммарная удельная активность ЕРН в материале, определяемая с учетом их биологического воздействия на организм человека по формуле:

$$A = A_1 + 1,31 A_2 + 0,09 A_3,$$

где  $A_1, A_2, A_3$  – удельные активности радия, тория, калия соответственно, Бк/кг.

Абсолютная погрешность определения значений A вычисляют по формуле:

$$\Delta =$$

За результат определения удельной эффективной активности ЕРН в контролируемом материале и установления класса материала принимают значение, определяемое по формуле:

$$A = A + \Delta + A$$

Протокол испытаний по определению удельной эффективной активности ЕРН в строительных материалах (изделиях).

Таблица 1

Сырье 1: Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий ГОСТ 9779-84						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	27,4	2,8	31,66,2	1,9	6,4	39,8
2	24,2	2,8	35,36,5	2,8		
3	26,4	2,7	34,46,1	2,6		
4	26	2,8	33,86,3	2,4		

$$A = 33,8 + 1,3 * 2,8 + 0,09 * 26 = 39,8 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 6,4;$$

$$A = 39,8 + 6,4 + 2,4 = 48,6 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства

Таблица 2

Сырье 2: Плиты облицовочные пиленные из природного камня ГОСТ 9480-89						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	34,4	4,5	31,76,0	3,4	6,4	44,9
2	43,4	5,9	36,76,9	4,5		
3	36,7	5,2	35,876,1	5,8		
4	38,2	5,2	34,76,3	3,9		

$$A = 34,7 + 1,3 * 5,2 + 0,09 * 38,2 = 44,9 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 6,4;$$

$$A = 44,9 + 6,4 + 3,9 = 55,2 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства

(ГОСТ 30108-94 приложение А).



Таблица 3

Сырье 3: Щебень фракции 5-20; 20-40; 40-70 ГОСТ 8267-93						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	45,4	5,7	34,16,5	3,6	6,4	43,6
2	43,5	4,3	31,96,2	2,3		
3	41,8	5,3	33,26,1	3,1		
4	43,6	5,1	33,16,3	3		

$$A = 33,1 + 1,3 * 5,1 + 0,09 * 43,6 = 43,6 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 6,4;$$

$$A = 43,68 + 6,4 + 3 = 53 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

Таблица 4

Сырье 4: Материалы из отсевов дробления						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	29,3	4	30,05,8	3,5	6,0	39,7
2	28,4	3,8	30,95,9	2,5		
3	28,1	3,6	31,06,0	2,9		
4	28,8	3,8	30,65,9	3		

$$A = 30,6 + 1,3 * 3,8 + 0,09 * 28,8 = 39,7 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 6,0;$$

$$A = 39,7 + 6,0 + 3 = 48,7 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заклучение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства  
(ГОСТ 30108-94 приложение А).

Таблица 5

Сырье 5: Щебень						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	21,7	2,7	30,16,0	1,9	6,1	35,3
2	20,8	2,7	29,85,9	3,8		
3	21,8	2,7	29,65,9	4,2		
4	24,3	3,8	27,96,2	2,5		
5	21,4	2,7	29,95,9	2,5		
6	22	2,9	29,56	3		

$$A = 29,5 + 1,3 * 2,9 + 0,09 * 22 = 35,3 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 6,1;$$

$$A = 35,3 + 6,1 + 3 = 44,4 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

Таблица 6

Сырье 6: Известняк технологический						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	21,4	2,6	30,25,9	1,8	6	34
2	19,2	2,4	26,95,9	2,2		
3	29,1	2,6	29,05,8	3,2		
4	23,2	2,5	28,75,9	2,4		

$$A = 28,7 + 1,3 * 2,5 + 0,09 * 23,2 = 34 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta=6;$$

$$A=34+6+5,9=42,4 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

Таблица 7

Сырье 7: Щебень строительный						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	21,3	2,6	23,95,2	3,9		
2	19,9	2,6	23,95,1	1,7		
3	21,8	2,6	23,55,0	2,0		
4	21	2,6	23,85,1	2,5		

$$A=23,8+1,3*2,6+0,09*21=29,70 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta=5,3;$$

$$A=29,07+5,3+2,5=33,87 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

Таблица 8

Сырье 8: Песок кварцевый фракционированный						
№ навески	Удельная активность, Бк/кг				Погрешность определения	А, Бк/кг
	К	Th	Ra	Cs		
1	15,8	2,1	11,33,3	1,5	3,06	11,14
2	15,8	2,1	6,32,8	1,5		

3	16,3	2,1	3,32,5	2,0		
4	16	2,1	6,972,77	1,7		

$$A = 6,97 + 1,3 * 2,1 + 0,09 * 16 = 11,14 \text{ Бк/кг};$$

$$\Delta = 3,06;$$

$$A = 11,14 + 3,06 + 2,77 = 15,87 \text{ Бк/кг} < 370 \text{ Бк/кг}.$$

Заключение: Материал I класса, пригоден для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

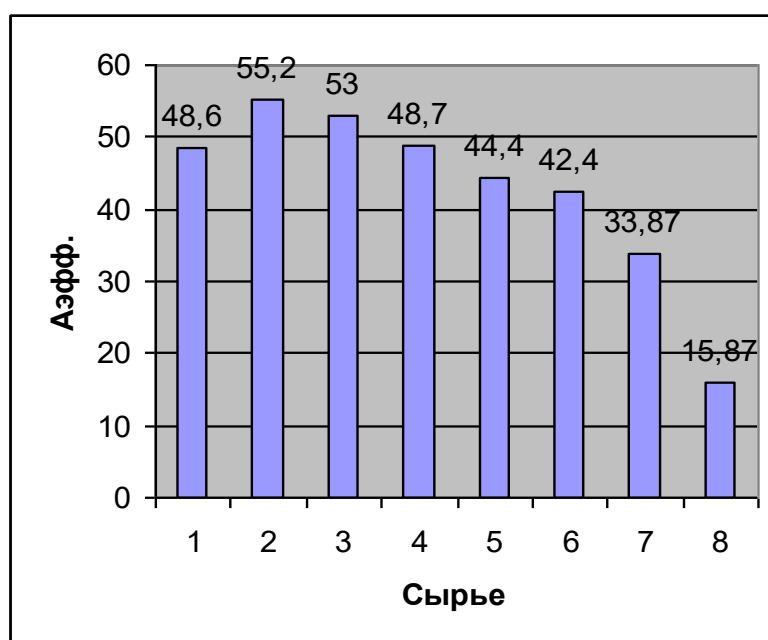


Рисунок 1. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в материалах.

Общее заключение: Исследуемые строительные материалы и изделия относятся к I классу и пригодны для всех видов строительства (ГОСТ 30108-94 приложение А).

## 2. Определение эффективной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона и торона в воздухе помещения

Величина потока радона с единицы поверхности строительных

конструкций (скорость эксхалляции радона, Бк/мс) зависит от многих факторов: коэффициента эманирования, удельной активности радия-226, микро- и макроструктуры материала, геометрии конструкции, состояния его поверхности.

Для строительной конструкции (стены, перекрытия) толщиной 10...50 см, изготовленной из однородного строительного материала плотностью  $\rho$  и пористостью  $V$ , скорость эксхалляции радона  $Q$  описывается выражением:

,

где  $\lambda$  – постоянная распада радона (с);

$\mu$  – коэффициент эманирования радона, %;

$A$  – удельная активность радона, Бк/кг;

$d$  – толщина конструкции, м;

$F(d)$  – функция, зависящая от толщины строительной конструкции, для обычных толщин стен и перекрытий (50–100см) значения лежат в диапазоне 0,68...0,98;

$\rho$  – плотность материала, кг/м.

Для наружных стен:

$\lambda = 86,1$  Бк/кг,  $\rho = 1600$  кг/м,  $d = 0,51$  м,  $\mu = 2\% = 0,02$ ,  $F(d) = 0,7$

$Q = 0,02 * 86,1 * 0,51 * 1600 * 0,7 =$  Бк/мс

Для перекрытия:

$\lambda = 17,2$  Бк/кг,  $\rho = 2500$  кг/м,  $d = 0,22$  м,  $\mu = 15\% = 0,15$ ,  $F(d) = 0,7$

$Q = 0,15 * 17,2 * 0,22 * 2500 * 0,7 =$  Бк/мс

Для внутренних стен и перегородок:

$\lambda = 86,1$  Бк/кг,  $\rho = 1600$  кг/м,  $d = 0,12$  м,  $\mu = 2\% = 0,02$ ,  $F(d) = 0,7$

$Q = 0,02 * 86,1 * 0,12 * 1600 * 0,7 =$  Бк/мс.

Величина ЭРОА в воздухе помещений определяется по выражению:

где  $Q$  – скорость эксхалляции радона из стен, потолка и пола, Бк/мс;

$S$  – площадь стен, потолка и пола, м;

$V$  – объем помещения, м;

– постоянная распада радона, с;

– кратность воздухообмена в помещении, с ( $=c$ );

– объемная активность радона в атмосферном воздухе, Бк/м ( $=70$  Бк/м).

При проектировании и строительстве новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе помещения не превышала 100 Бк/м.

В эксплуатируемых жилых и общественных зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м. При превышении этого значения должны проводиться защитные мероприятия, направленные на предотвращение поступления радона в воздух жилых помещений. Если проведенные защитные мероприятия не приводят к снижению активности радона в воздухе помещения до значения менее 200 Бк/м, необходимо перепрофилировать помещение.

В производственных помещениях допускается ЭРОА радона воздуха в зоне дыхания 310 Бк/м, ЭРОА торона в зоне дыхания 68 Бк/м.

Величина ЭРОА в воздухе помещений:

Бк/м

Среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних изотопов радона в воздухе помещений составляет  $=18,9$  Бк/м, что удовлетворяет требованиям по содержанию радона в эксплуатируемом помещении ( $< 200$  Бк/м).

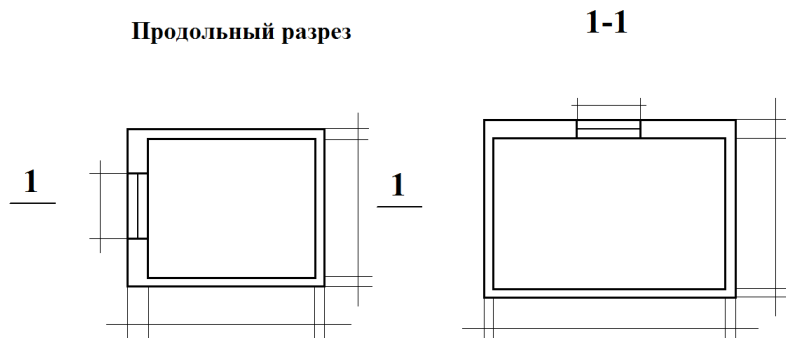


Рисунок 2. План жилого помещения

### 3. Оценка мощности эффективной эквивалентной дозы гамма-излучения в помещении

Контролируемой величиной в зданиях и сооружениях является мощность эквивалентной дозы (МЭД) –  $H$ , [мкЗв/ч] внешнего гамма-излучения.

С учетом гамма фона окружающей местности для оценки годовой эффективной эквивалентной дозы гамма-излучений для людей проживающих в современных зданиях:

$$=1237,6 \text{ мкЗв/год} = 0,14 \text{ мкЗв/ч}$$

Если бы население проводило целый года на открытой местности, то годовая эффективная эквивалентная доза излучения  $H$  [мкЗв/год] определялась бы по формуле:

Для населения России  $=93 \text{ Бк/кг}$

мкЗв/ч

Согласно НРБ-96, значение МЭД внешнего гамма-излучения в проектируемых новых зданиях жилищного и общественного назначения не должно превышать среднее значение мощности дозы на открытой местности (в районе расположения здания) более чем на  $0,2 \text{ мкЗв/ч}$ .



мкЗв/час < мкЗв/час, что соответствует требованиям НРБ.

### **3. Общие требования к написанию и оформлению работы:**

Контрольная работа выполняется в печатном виде на листах формата А4. Допускается выполнение работы в рукописном виде в тетради. Общий объем работы должен составлять 20-28 листов.

При написании теоретического вопроса следует пользоваться законодательными нормативными актами, учебной литературой, материалами периодической печати и статистическими данными. В конце самостоятельной работы нужно представить список использованных источников.

Индивидуальное задание должно быть напечатано на одной стороне листов белой бумаги формата А4 (210×297 мм).

Размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 15 мм.

Текст работы печатается через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman, кегль 14. Красная строка 1,25.

Страницы работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляется в правом нижнем углу без точки в конце и без указания «стр.» или «с».

Параграфы, пункты и подпункты (кроме введения, заключения, библиографического списка и приложений) нумеруют арабскими цифрами, например: раздел 1., параграф 1.1., пункт 1.1.1., подпункт 1.1.1.1.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Слово «раздел» не пишется. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание раздела. Заголовки и подзаголовки приводят в форме именительного падежа единственного или множественного числа. Разделы и подразделы следует располагать в середине строки. Переносы слов в заголовках не допускаются. Каждый раздел, начинается с новой страницы. Шрифт Times New Roman, жирный, кегль 14. Между подразделом и основным текстом ставится 1 пробел. Точка в конце названия раздела, подраздела не ставится.

Рисунки (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки, рисунки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице, если в указанном месте они не помещаются. На все рисунки должны быть даны ссылки по тексту пояснительной записки.

Рисунки должны иметь названия, которые помещают под рисунком посередине. Они нумеруются арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы (Рис. 1. Генеральный план объекта). Шрифт Times New Roman, кегль 14. Нумерация рисунков сквозная. После названия рисунка ставится 1 пробел перед основным текстом. Например:

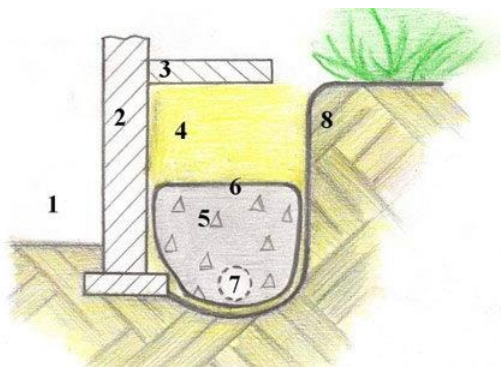


Рис. 1. Схема устройства пристенного дренажа  
 1. Подвал дома, 2. Фундамент дома, 3. Отмостка, 4. Песок, 5. Гравийная обсыпка, 6. Геотекстиль, 7. Дренаж.

Таблицы нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы (нумерация сквозная). Пример оформления таблицы:

Таблица №1 - Расчет плановой суммы прибыли на квартал

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Величина
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Объем осадков	%	0,5-1,0
2	Продолжительность насыщения	мин.	3
3	Остаточное содержание в воде нефтепродуктов	мг/л	14

При переносе таблицы на другую страницу название столбцов таблицы не повторяется. Повторяются только номера столбцов. Над ними пишется «Продолжение таблицы» и указывается ее номер. После таблицы ставится 1 пробел перед основным текстом.

#### 4. Рекомендации по выполнению задания:

1. Увеличивается ли год от года количество потенциальных потребителей товаров и услуг вашего строительного предприятия?
2. Составляют ли ваши потери от брака и затраты на исправление дефектов менее 1% стоимости реализованной продукции? (Табл. 1)
3. Выполняете ли вы производственные графики?
4. Придерживаетесь ли плановых издержек строительного производства?
5. Применяете ли вы только те материалы, детали и комплектующие изделия, которые отвечают требованиям технических условий строительства?
6. Составляют ли у вас потери рабочего времени строительства из-за прогулов и невыходов на работу, по другим причинам меньше 5% ? (Табл. 1).
7. Составляет ли ежегодная текучесть рабочей силы строительства меньше 5% ? (Табл. 1)
8. В состоянии ли вы привлекать лучшие кадры на своё предприятие?

9. Расходуete ли вы должное количество средств на подготовку своих кадров с учётом того, каков размер потерь от ошибок персонала?
10. Выполняют ли ваши работники свои обязанности в течении 90% рабочего времени? (Табл. 1)
11. Правильно ли вы понимаете требования своих потребителей вашим изделиям или услугам?
12. Хотели бы вы поднять моральный дух своих работников?
13. Считаете ли вы, что работники предприятия могут работать лучше, чем они работают?
14. Отбраковывает ли ваш входной контроль менее 1% деталей и комплектующих изделий строительства, которые поступают на ваше предприятие? (Табл. 1)
15. Составляют ли на вашем предприятии строительства контролёры менее 5% производственных рабочих? (Табл. 1)
16. Занимает ли сверхурочная работа ваших рабочих, не связанных с выполнением производственных операций строительства, менее 5% рабочего времени? (Табл. 1)
17. Считаете ли вы, что можно снизить производственные затраты и сократить длительность производственного цикла строительства?
18. Можете ли вы похвастаться отсутствием рекламации от своих потребителей, если рассчитывали на хвалебные отзывы?
19. Были ли темпы роста производительности труда на вашей фирме за последние 5 – 10 лет выше темпов роста инфляции?
20. Были ли темпы роста ваших дивидендов, выплаченных по акциям, выше темпов роста инфляции за последние 5 лет?

Каждый положительный ответ следует оценить в один балл.

По результатам оценки ответов на все вопросы в виде суммы баллов можно дать следующие рекомендации:

- 0 – 9 баллов – Улучшение работы должно стать вашей главной задачей.
- 10 – 13 баллов – Процесс улучшения работы был бы очень полезен вашему предприятию.
- 14 – 17 баллов – Вам следует подумать о внедрении процесса улучшения деятельности.
- 18 – 20 баллов – Предприятие хорошо работает, особой необходимости в совершенствовании нет.

## 5. План-график выполнения самостоятельной работы

### Технологическая карта самостоятельной работы студента

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объём часов, в том числе	
				СРС	Контактная работа с преподавателем

					телем
<b>4 семестр</b>					
<b>УК-8 ПК-6</b>	Самостоятельное изучение литературы по темам № 3-8	Конспект	Собеседование	60,12	6,68
<b>УК-8 ПК-6</b>	Подготовка к практическим работам	Текст работы	Отчёт (устный)	17,28	1,92
<b>УК-8 ПК-6</b>	Выполнение контрольной работы	Контрольная работа	Отчёт (письменный)	9	1
<b>Итого за 4 семестр</b>				<b>86,4</b>	<b>9,6</b>
<b>ИТОГО</b>				<b>86,4</b>	<b>9,6</b>

## 6. Список рекомендуемой литературы

### 6.1 Перечень основной литературы

1. Мокеров, Л.Ф. Радиационный контроль и радиационная безопасность в строительстве / Л.Ф. Мокеров ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. – 92 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429996>. – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

### 6.2 Перечень дополнительной литературы:

1. Гаджиев, Г.М. Топливо-смазочные материалы : в 2 ч. : [16+] / Г.М. Гаджиев, Ю.Н. Сидыганов, Д.В. Костромин ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. – Ч. 2. Смазочные материалы. – 260 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483730> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1894-1. - ISBN 978-5-8158-1896-5 (ч. 2). – Текст : электронный.
2. Гаджиев, Г.М. Топливо-смазочные материалы: в 2 ч. : [16+] / Г.М. Гаджиев, Ю.Н. Сидыганов, Д.В. Костромин ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. – Ч. 1. Бензины и дизельные топлива. – 267 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483729> . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1894-1. - ISBN 978-5-8158-1895-8 (ч. 1). – Текст : электронный.