

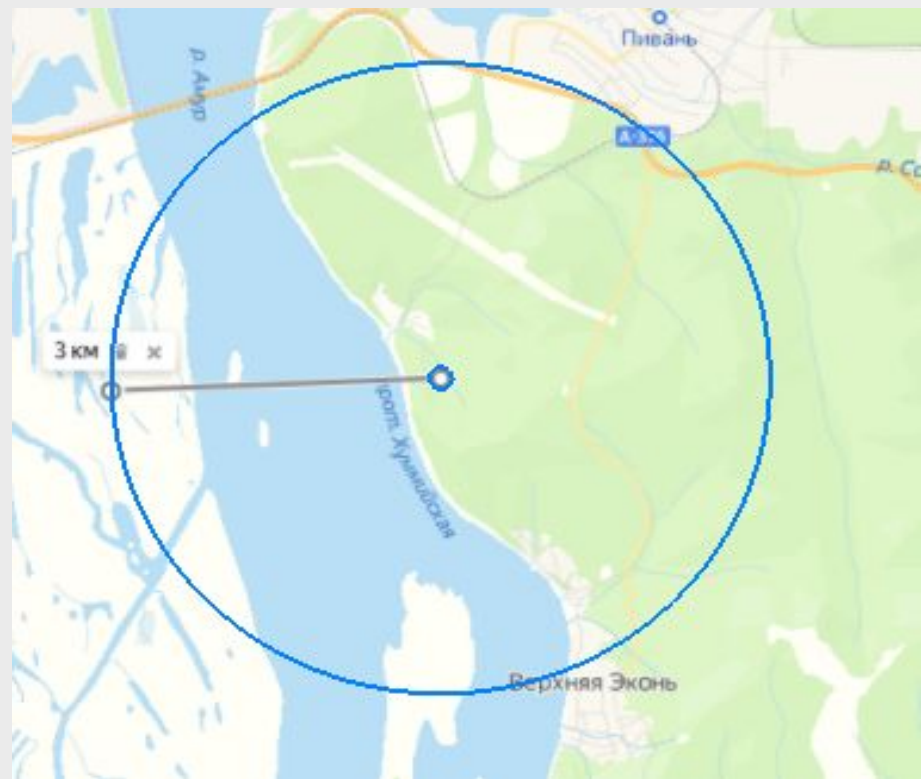
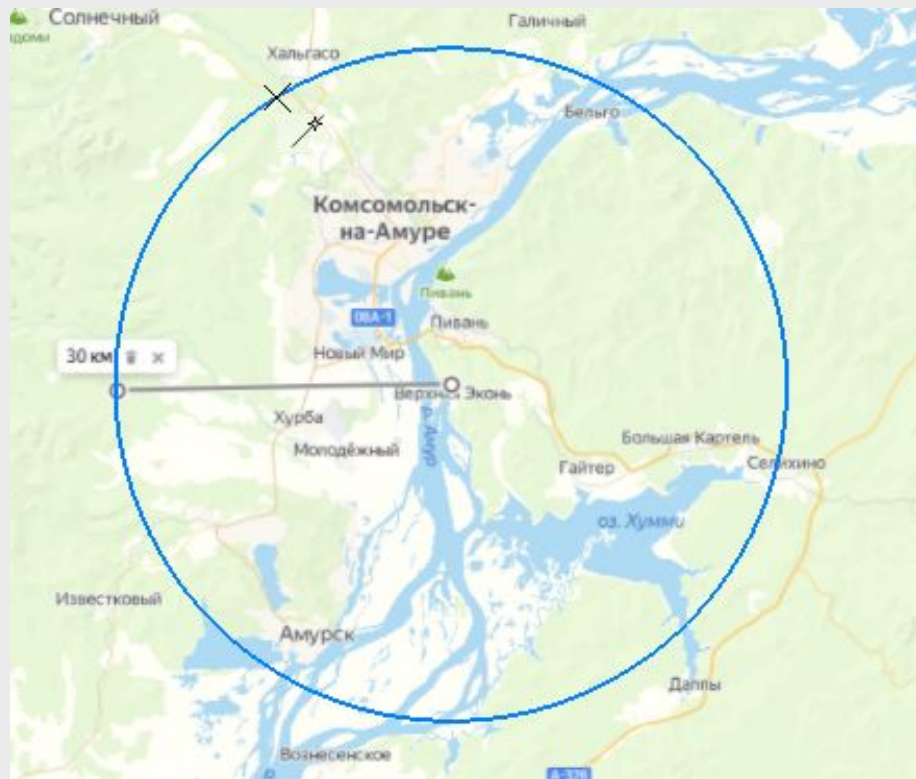


ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

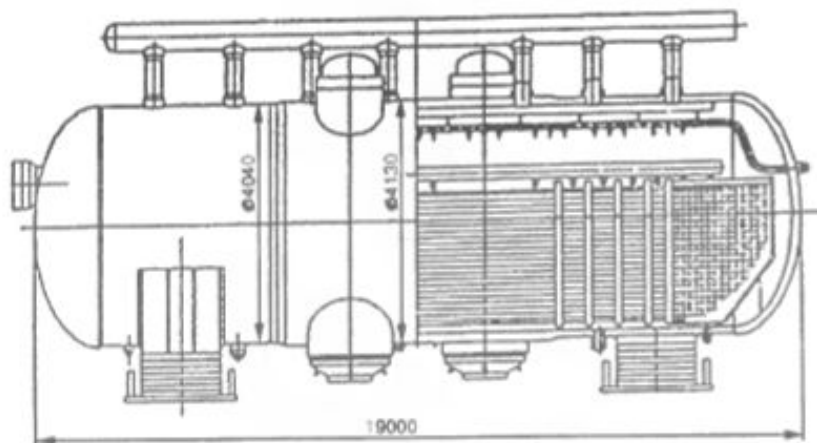
Выпускная квалификационная работа. Реактор ВВЭР-640

Выполнил: Ширококов И.О.
научный руководитель: Кудряков Н.Н.

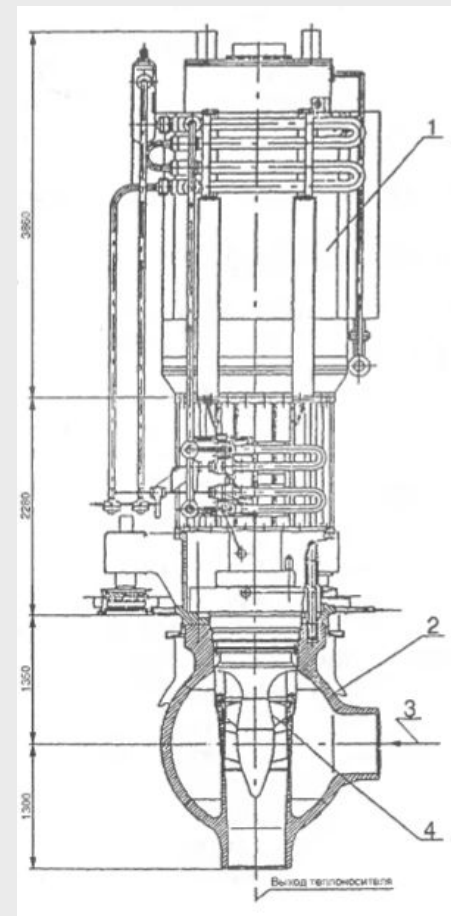
18.01.2022



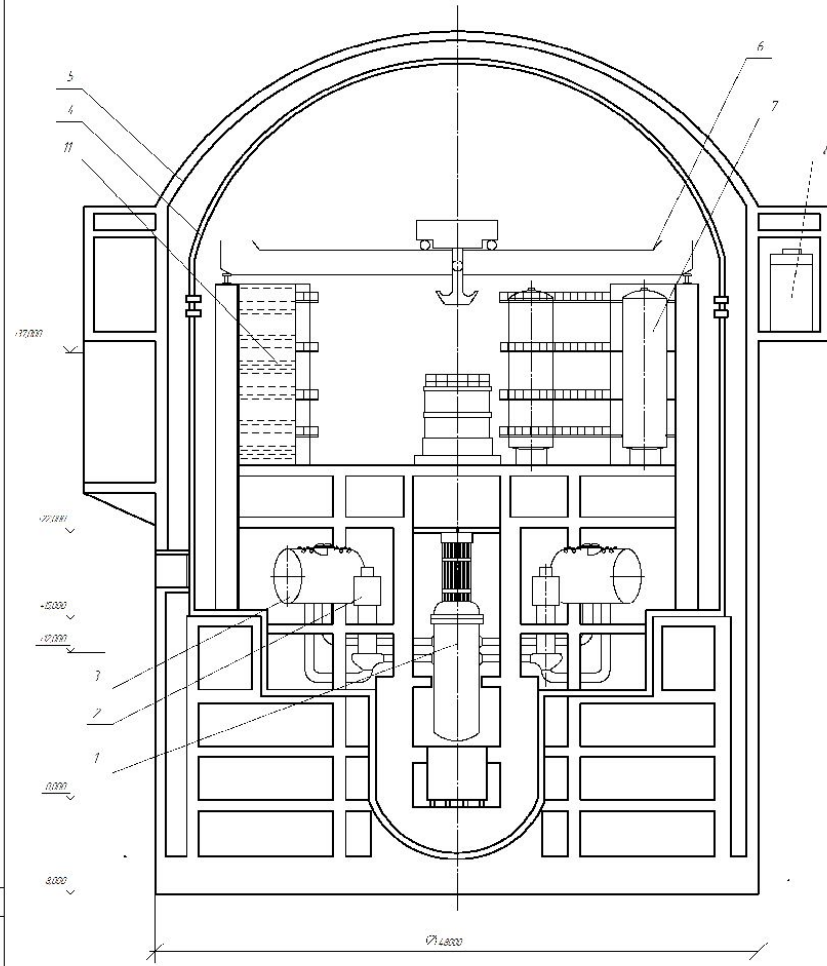
Парогенератор (ПГВ-640)



ГЦН-1455



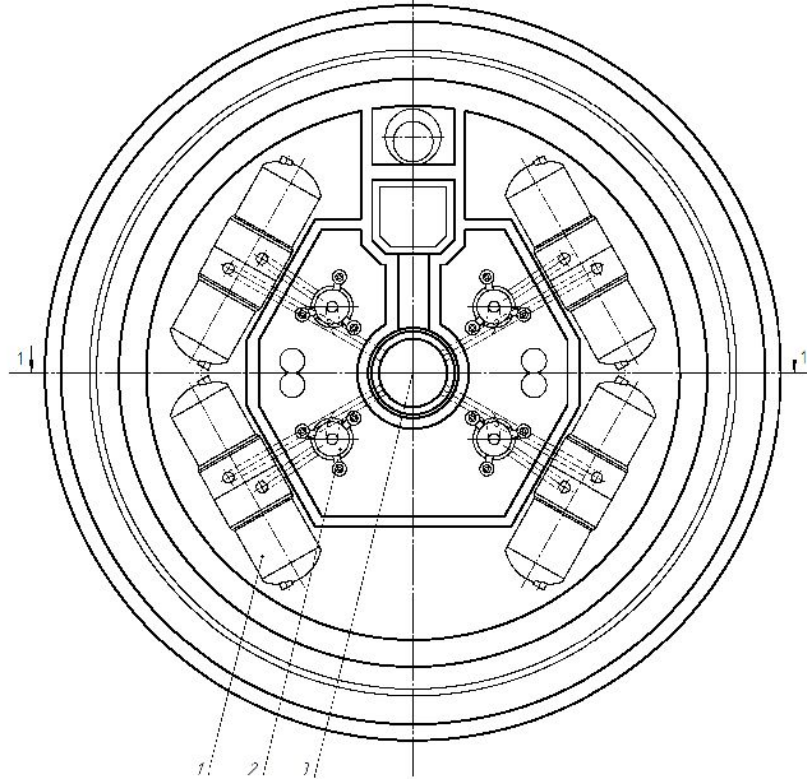
Разрез 1-1



СП. 101-01/2017, СП. 101-02/2017, СП. 101-03/2017, СП. 101-04/2017, СП. 101-05/2017, СП. 101-06/2017, СП. 101-07/2017, СП. 101-08/2017, СП. 101-09/2017, СП. 101-10/2017, СП. 101-11/2017, СП. 101-12/2017, СП. 101-13/2017, СП. 101-14/2017, СП. 101-15/2017, СП. 101-16/2017, СП. 101-17/2017, СП. 101-18/2017, СП. 101-19/2017, СП. 101-20/2017, СП. 101-21/2017, СП. 101-22/2017, СП. 101-23/2017, СП. 101-24/2017, СП. 101-25/2017, СП. 101-26/2017, СП. 101-27/2017, СП. 101-28/2017, СП. 101-29/2017, СП. 101-30/2017, СП. 101-31/2017, СП. 101-32/2017, СП. 101-33/2017, СП. 101-34/2017, СП. 101-35/2017, СП. 101-36/2017, СП. 101-37/2017, СП. 101-38/2017, СП. 101-39/2017, СП. 101-40/2017, СП. 101-41/2017, СП. 101-42/2017, СП. 101-43/2017, СП. 101-44/2017, СП. 101-45/2017, СП. 101-46/2017, СП. 101-47/2017, СП. 101-48/2017, СП. 101-49/2017, СП. 101-50/2017, СП. 101-51/2017, СП. 101-52/2017, СП. 101-53/2017, СП. 101-54/2017, СП. 101-55/2017, СП. 101-56/2017, СП. 101-57/2017, СП. 101-58/2017, СП. 101-59/2017, СП. 101-60/2017, СП. 101-61/2017, СП. 101-62/2017, СП. 101-63/2017, СП. 101-64/2017, СП. 101-65/2017, СП. 101-66/2017, СП. 101-67/2017, СП. 101-68/2017, СП. 101-69/2017, СП. 101-70/2017, СП. 101-71/2017, СП. 101-72/2017, СП. 101-73/2017, СП. 101-74/2017, СП. 101-75/2017, СП. 101-76/2017, СП. 101-77/2017, СП. 101-78/2017, СП. 101-79/2017, СП. 101-80/2017, СП. 101-81/2017, СП. 101-82/2017, СП. 101-83/2017, СП. 101-84/2017, СП. 101-85/2017, СП. 101-86/2017, СП. 101-87/2017, СП. 101-88/2017, СП. 101-89/2017, СП. 101-90/2017, СП. 101-91/2017, СП. 101-92/2017, СП. 101-93/2017, СП. 101-94/2017, СП. 101-95/2017, СП. 101-96/2017, СП. 101-97/2017, СП. 101-98/2017, СП. 101-99/2017, СП. 101-100/2017

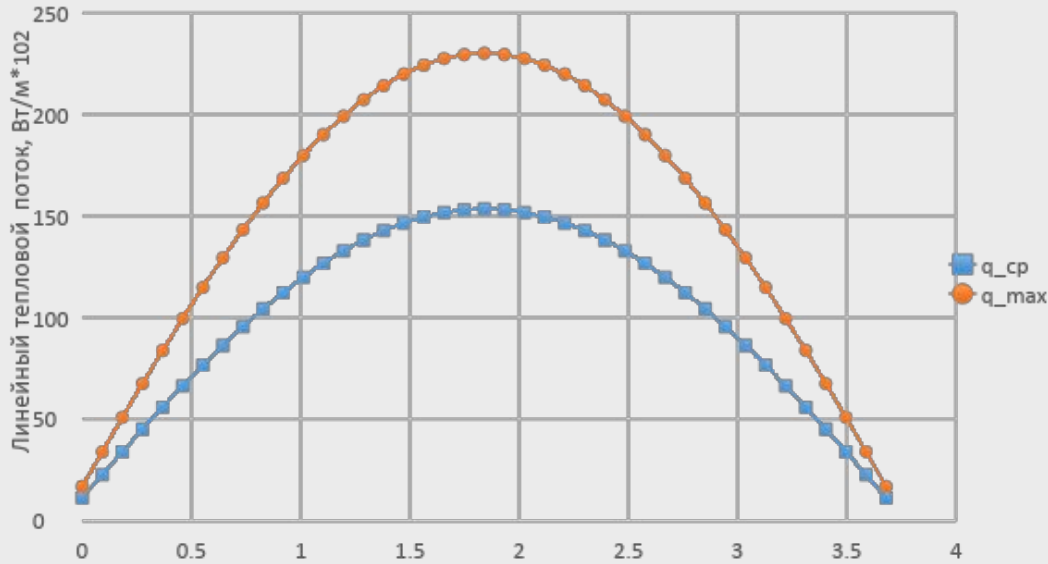
| Объект: Железнодорожный район | | | |
|-------------------------------|------|------|------|
| Проект № 1-11-0001 | | | |
| Этап: Разработка | | | |
| Разрез 1-1 (1:100) | | | |
| № | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 1 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 2 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 3 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 4 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 5 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 6 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 7 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |
| 8 | И.И. | Д.Д. | Л.Л. |

План реакторного здания на отм. +21,000

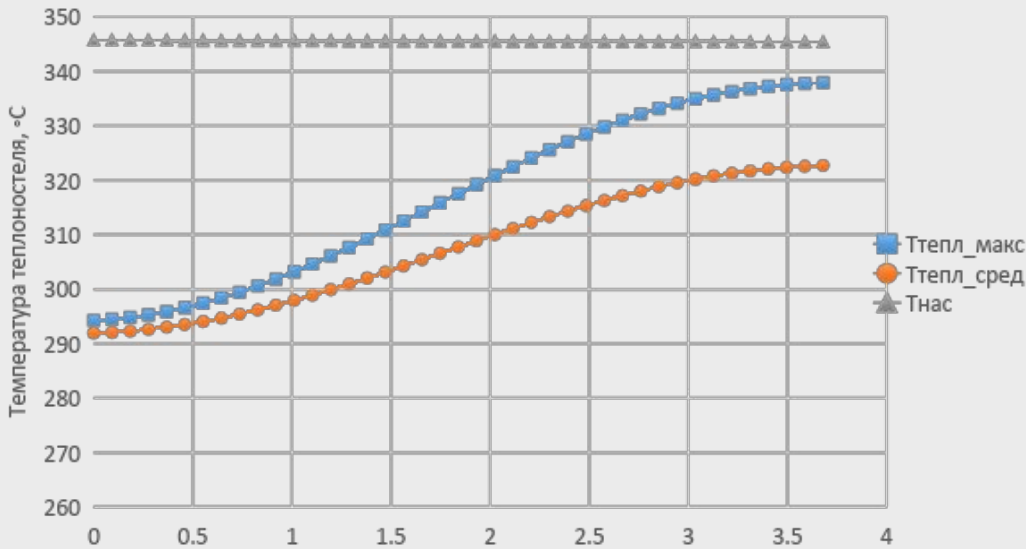


1:200
 2:200
 3:200
 4:200
 5:200
 6:200
 7:200
 8:200
 9:200
 10:200
 11:200
 12:200
 13:200
 14:200
 15:200
 16:200
 17:200
 18:200
 19:200
 20:200
 21:200
 22:200
 23:200
 24:200
 25:200
 26:200
 27:200
 28:200
 29:200
 30:200
 31:200
 32:200
 33:200
 34:200
 35:200
 36:200
 37:200
 38:200
 39:200
 40:200
 41:200
 42:200
 43:200
 44:200
 45:200
 46:200
 47:200
 48:200
 49:200
 50:200
 51:200
 52:200
 53:200
 54:200
 55:200
 56:200
 57:200
 58:200
 59:200
 60:200
 61:200
 62:200
 63:200
 64:200
 65:200
 66:200
 67:200
 68:200
 69:200
 70:200
 71:200
 72:200
 73:200
 74:200
 75:200
 76:200
 77:200
 78:200
 79:200
 80:200
 81:200
 82:200
 83:200
 84:200
 85:200
 86:200
 87:200
 88:200
 89:200
 90:200
 91:200
 92:200
 93:200
 94:200
 95:200
 96:200
 97:200
 98:200
 99:200
 100:200

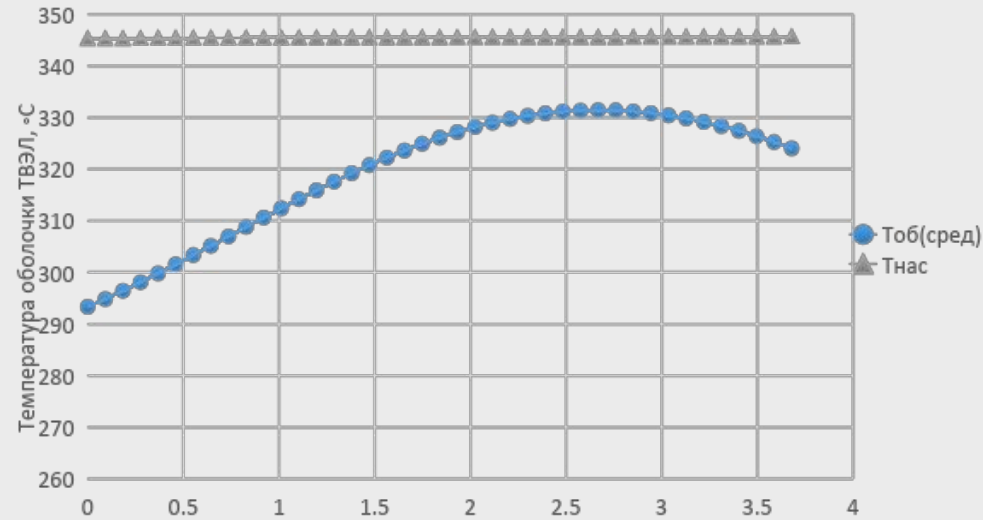
| | | | | | | | |
|---|--------|---------|----------|------|-------|-------|------------------------------|
| № | Имя | Фамилия | Инициалы | Дата | Время | Место | Содержание |
| 1 | Иванов | Иван | Иванович | 1999 | 11 | 13:33 | План на отм. +21,000/11/1333 |
| 2 | Петров | Петр | Петрович | 1999 | 11 | 13:33 | 92574432/60/1031 |



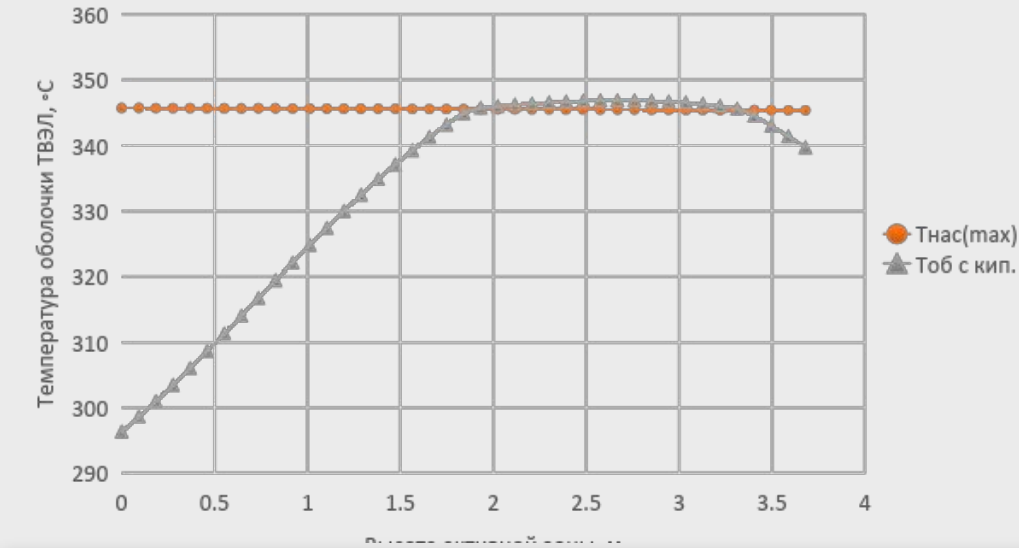
Распределение линейной тепловой нагрузки для средне и максимально нагруженного канала по высоте АЗ



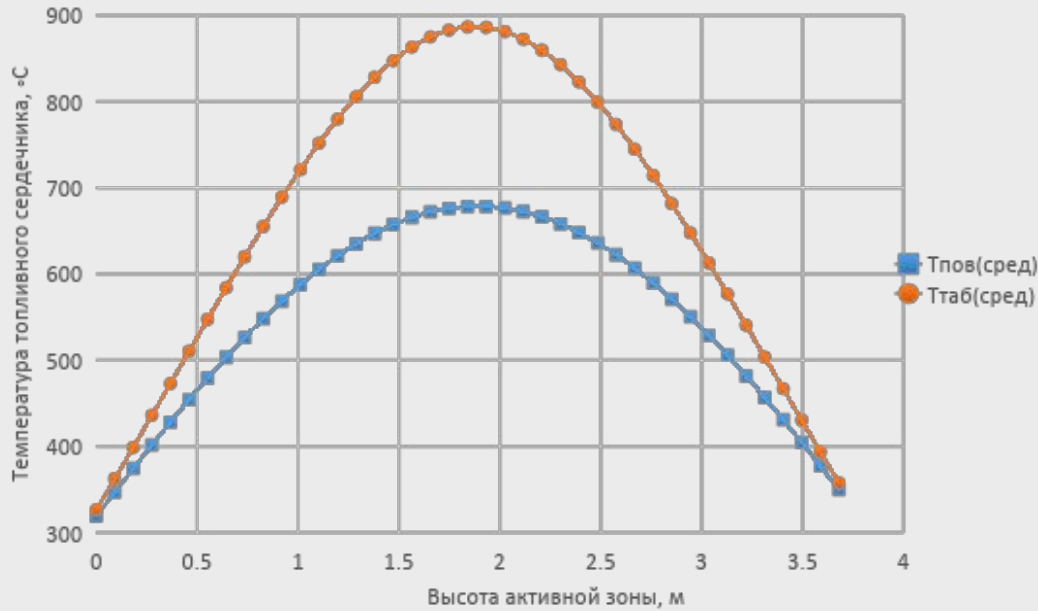
Распределение температуры теплоносителя для средне и максимально нагруженного канала



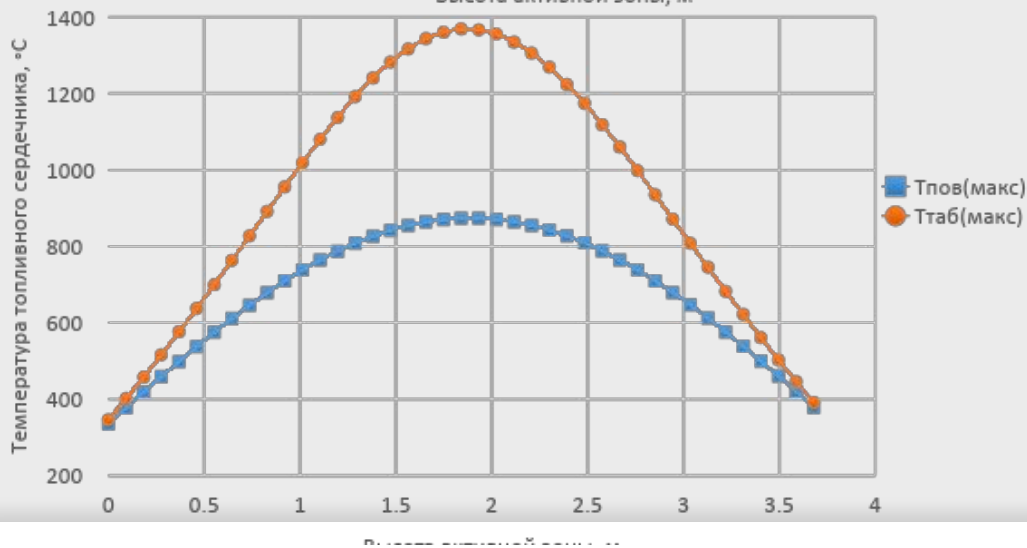
Распределение температуры оболочки ТВЭЛ для средненагруженного канала



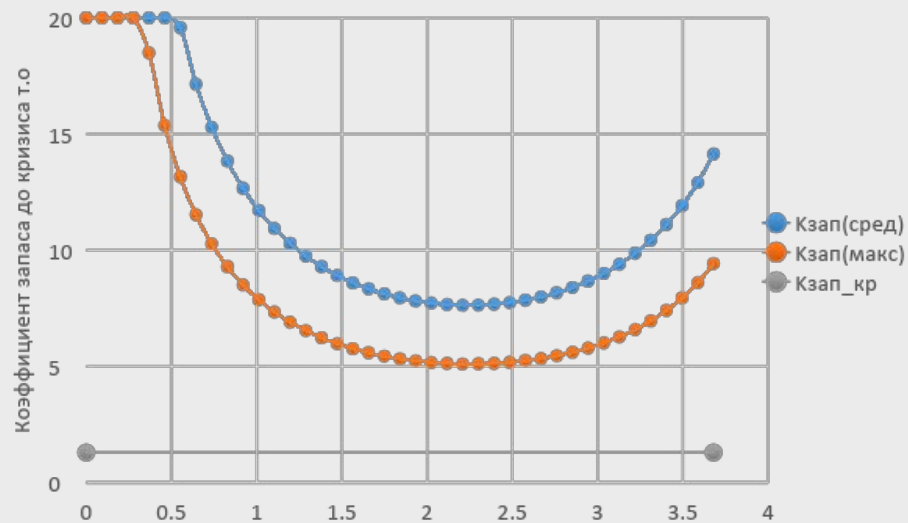
Распределение температуры оболочки ТВЭЛ для максимально нагруженного канала с учетом кипения



Распределение температуры топливного сердечника по высоте АЗ для средненагруженного канала



Распределение температуры топливного сердечника по высоте АЗ для максимально нагруженного канала.



Распределение коэффициента запаса до кризиса теплообмена по высоте АЗ

| Характеристика | Обозначение | Единица измерения | Значение |
|---|--------------|-------------------|----------|
| Коэффициент размножения в бесконечной среде | k_{∞} | - | 1,303 |
| Эффективный коэффициент размножения | $k_{эфф}$ | - | 1,28 |
| Масса загружаемого топлива | m_{UO_2} | Т | 80,1 |
| Кампания топлива | $t_{топл}$ | сут | 1650 |
| Глубина выгорания топлива | B | МВт·сут/кг | 37,1 |
| Кол-во рег. органов СУЗ | $N_{суз}$ | шт | 96 |

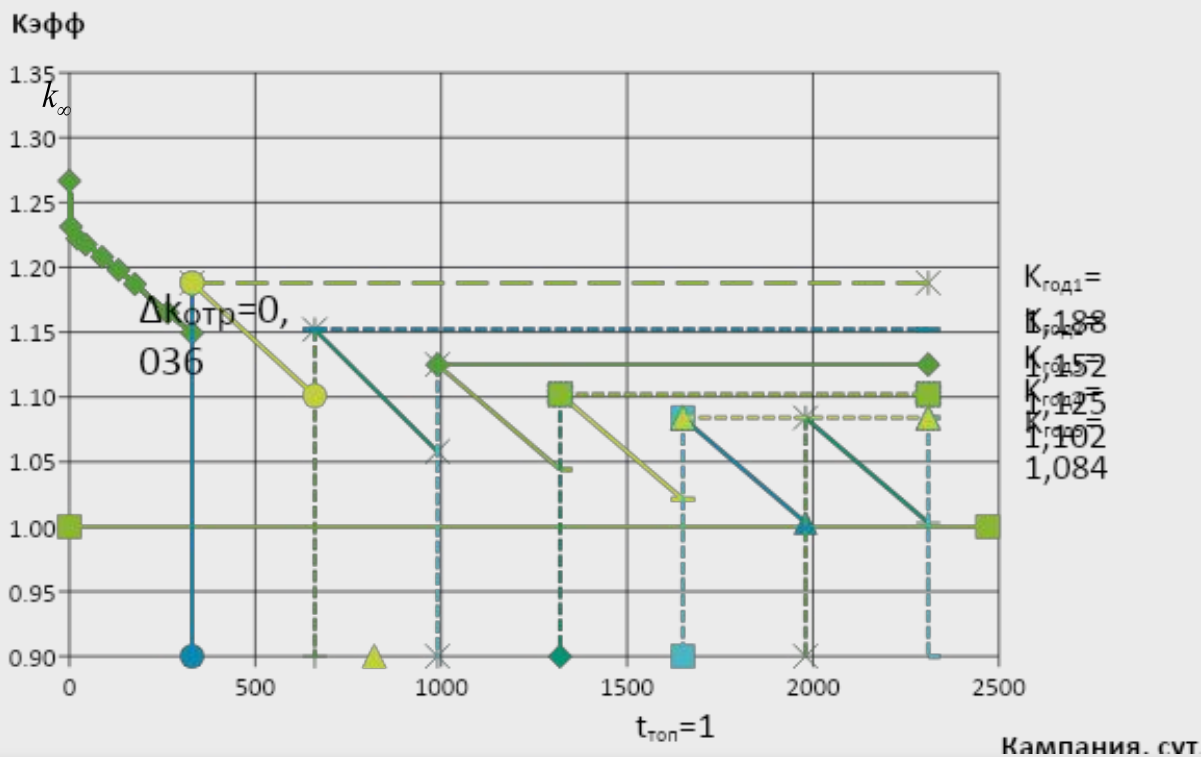
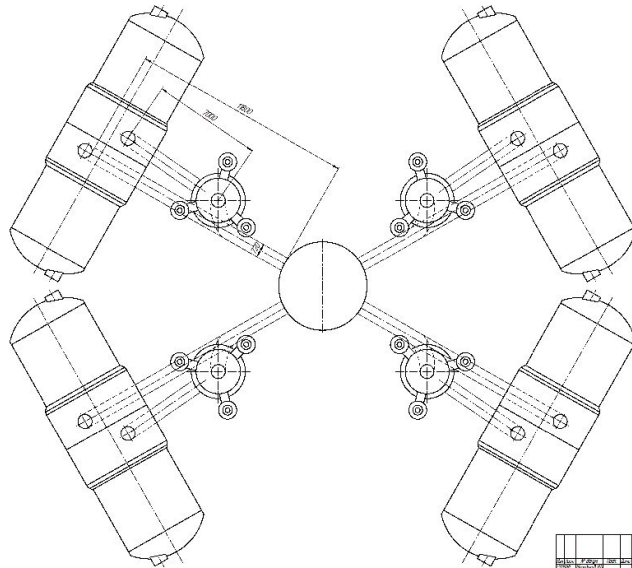
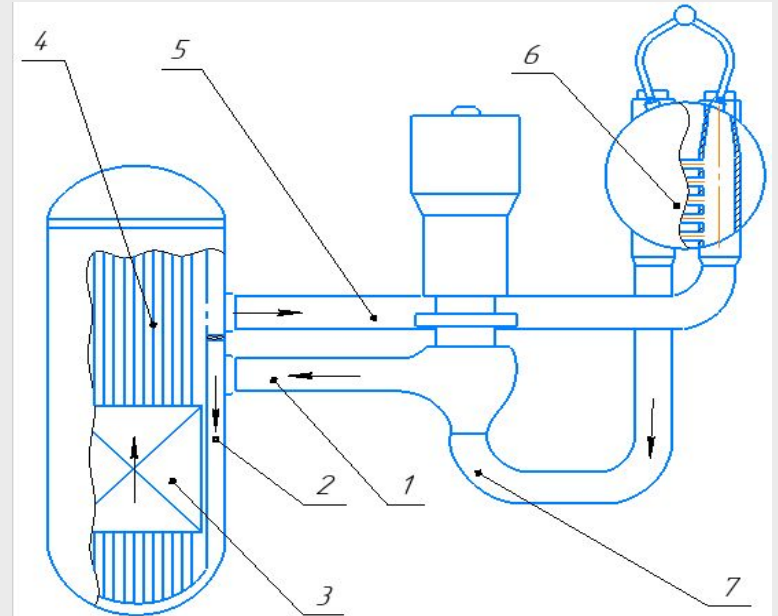


График зависимости эффективного коэффициента размножения от времени работы реактора

Расчет первого контура



| | | | |
|-----------|----|-----------|-----|
| Длина члн | | Длина члн | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | 32 |
| 33 | 34 | 35 | 36 |
| 37 | 38 | 39 | 40 |
| 41 | 42 | 43 | 44 |
| 45 | 46 | 47 | 48 |
| 49 | 50 | 51 | 52 |
| 53 | 54 | 55 | 56 |
| 57 | 58 | 59 | 60 |
| 61 | 62 | 63 | 64 |
| 65 | 66 | 67 | 68 |
| 69 | 70 | 71 | 72 |
| 73 | 74 | 75 | 76 |
| 77 | 78 | 79 | 80 |
| 81 | 82 | 83 | 84 |
| 85 | 86 | 87 | 88 |
| 89 | 90 | 91 | 92 |
| 93 | 94 | 95 | 96 |
| 97 | 98 | 99 | 100 |



- Участки первого контура*
1. Участок от ГЦНА до реактора;
 2. Кольцевой зазор;
 3. Активная зона;
 4. Блок защитных трубок;
 5. От реактора до парогенератора;
 6. Парогенератор;
 7. От парогенератора до ГЦНА.

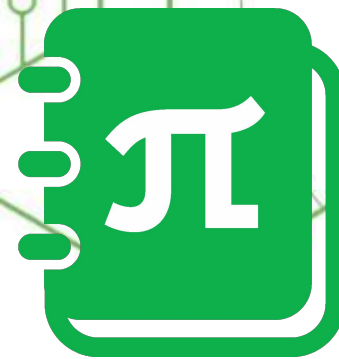
Технико-экономические показатели

| № | Параметр | Разм. | Знач. |
|----|---|-------------|---------|
| 1 | Установленная мощность АЭС | МВт | 640 |
| 2 | Производство электроэнергии в год | ГВт*ч | 4959 |
| 3 | Отпуск электроэнергии в год | ГВт*ч | 4612 |
| 4 | Отпуск теплоэнергии в год | тыс.Гкал | 53,03 |
| 5 | КИУМ | а,е | 0,88 |
| 6 | Инвестиции в строительство | млн. руб | 210715 |
| 7 | Стоимость основных произ.фондов | млн. руб | 200681 |
| 8 | Необходимая валовая выручка в год | млн. руб | 30230 |
| 9 | Себестоимость отпущенной электроэнергии | руб/кВт*ч | 6,01 |
| 10 | Себестоимость отпущенной теплоэнергии | руб/Гкал | 1707,33 |
| 11 | Цена на отпущенную электроэнергию на РСВ | руб/МВт*ч | 1312,00 |
| 12 | Цена на электрическую мощность по ДПМ | руб/МВт*мес | 3372716 |
| 13 | Рентабельность производства энергии к себестоимости | % | 8,66 |
| 14 | Срок окупаемости | лет | 25 |



ПОЛИТЕХ

Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



Спасибо за внимание!