Python/Django Уровень 2

Урок 6

Профилирование и нагрузочное тестирование проекта, оптимизация работы с базой данных

Смотрим на работу проекта изнутри. Находим медленные контроллеры. Проводим нагрузочное тестирование. Оптимизируем работу с базой данных.

Профилирование Django проекта

После того, как мы развернули проект на сервере, возникает следующая важная задача - обеспечение максимально возможной производительности. Нам необходимы инструменты для профилирования, позволяющие ее измерить и найти слабые места в системе (бутылочное горло). Воспользуемся для этого инструментом «django-debug-toolbar».

Установка и настройка «django-debug-toolbar»

Устанавливаем в виртуальное окружение:

```
pip install django-debug-toolbar
```

Дополнительный модуль для профилирования загрузки шаблонов:

```
pip install django-debug-toolbar-template-profiler
```

Настройки проекта:

geekshop/geekshop/settings.py

```
DEBUG = True

# DEBUG = False

ALLOWED_HOSTS = ['*']
...
INSTALLED_APPS = [
    ...
    'debug_toolbar',
    'template_profiler_panel',
]

MIDDLEWARE = [
    ...
    'debug_toolbar.middleware.DebugToolbarMiddleware',
]

if DEBUG:
    def show_toolbar(request):
        return True

    DEBUG_TOOLBAR_CONFIG = {
        'SHOW_TOOLBAR_CALLBACK': show_toolbar,
    }

    DEBUG_TOOLBAR_PANELS = [
```

```
        'debug_toolbar.panels.versions.VersionsPanel',
        'debug_toolbar.panels.timer.TimerPanel',
        'debug_toolbar.panels.settings.SettingsPanel',
        'debug_toolbar.panels.headers.HeadersPanel',
        'debug_toolbar.panels.request.RequestPanel',
        'debug_toolbar.panels.sql.SQLPanel',
        'debug_toolbar.panels.templates.TemplatesPanel',
        'debug_toolbar.panels.staticfiles.StaticFilesPanel',
        'debug_toolbar.panels.cache.CachePanel',
        'debug_toolbar.panels.signals.SignalsPanel',
        'debug_toolbar.panels.logging.LoggingPanel',
        'debug_toolbar.panels.redirects.RedirectsPanel',
        'debug_toolbar.panels.profiling.ProfilingPanel',
        'template_profiler_panel.panels.template.TemplateProfilerPanel',
    ]
#STATIC_ROOT = os.path.join(BASE_DIR, 'static')
...
```

Снова включили режим отладки.

Добавили приложения «debug-toolbar» и «template_profiler_panel» в список «INSTALLED_APPS» и слой «debug_toolbar.middleware.DebugToolbarMiddleware» в «MIDDLEWARE».

В соответствии с документацией необходимо добавить список «INTERNAL_IPS» с адресами, запросы с которых будут считаться локальными. Но эта настройка работает при запуске dev-сервера Django. Для работы инструментов отладки на реальном сервере создаем callback-функцию «show_toolbar».

Также явно настраиваем список панелей «DEBUG_TOOLBAR_PANELS». Их названия интуитивно понятны.

Корректируем основной диспетчер URL:

geekshop/geekshop/urls.py

```
...
if settings.DEBUG:
    import debug_toolbar

    urlpatterns += [re_path(r'^__debug__/', include(debug_toolbar.urls))]
```

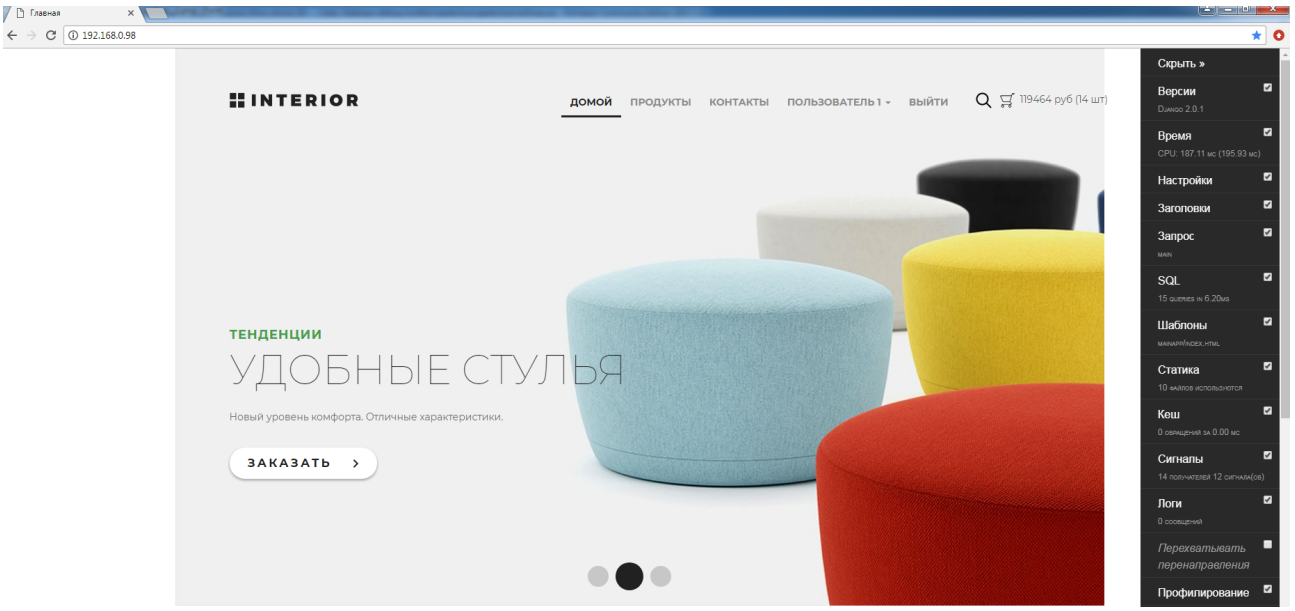
Копируем по FTP файлы на сервер. Перезагружаем службу «gunicorn»:

```
sudo systemctl restart gunicorn
```

Если обновим наш сайт в браузере - увидим, что появилась отладочная информация, но без CSS стилей. Это связано с тем, что наш сервер раздает статические файлы только из папки «static», а для приложения «debug-toolbar» они находятся в папке, где оно установлено (в нашем случае это папка с виртуальным окружением). Для решения этой проблемы раскомментируем в файле настроек константу «STATIC_ROOT» и воспользуемся инструментом Django для сбора статических файлов:

```
python manage.py collectstatic
```

После его запуска в папке «static» появится папка «debug_toolbar» и, возможно, еще папки с именами других сторонних приложений. Теперь константу «STATIC_ROOT» необходимо снова закомментировать. После перезапуска службы «gunicorn» и обновления страницы, должны в правой части экрана увидеть панель отладки:



Если сайт не открывается - ищем ошибки в файле настроек. Проверяем статус службы «gunicorn»:

```
sudo systemctl status gunicorn
```

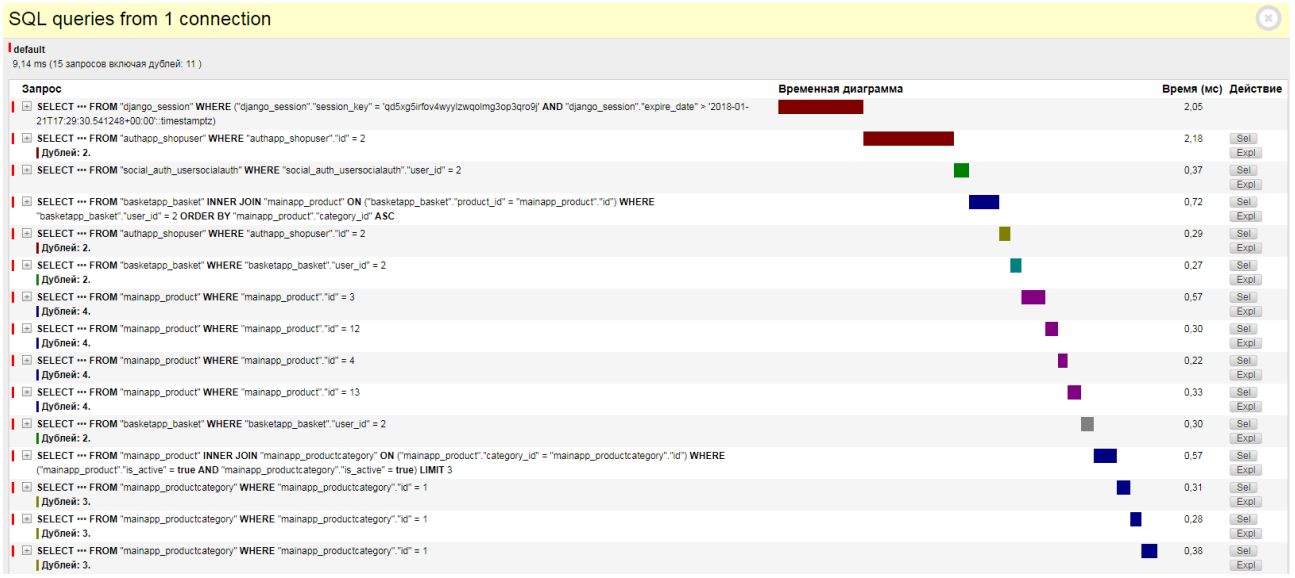
Внимание: при обновлении контента сайта по FTP не забывайте устанавливать параметры доступа «755», иначе могут быть недоступны статические файлы или не работать весь сайт.

Анализ данных «django-debug-toolbar»

Нам необходимо собрать информацию о производительности сайта. Помните, что Django - это фреймворк, и, следовательно, обладает избыточностью.

На вкладке «Время» отображается время загрузки страницы, которое складывается из продолжительности работы процессора (CPU) и накладных расходов в виде переключения контекста и прочих. Запишите значения для разных страниц сайта. Таким образом мы можем узнать, какие из контроллеров работают медленнее всего.

Для оптимизации работы с БД имеют большое значение данные вкладки «SQL». Зафиксируйте количество запросов и их дубликатов на страницах сайта. Обратите внимание на самые медленные запросы:



В данной ситуации видим, что при загрузке главной страницы сайта, дольше всего выполнялся запрос данных о сессии. Также относительно длительным был следующий запрос аутентификации пользователя. Затем Django пытается найти пользователя в таблице приложения «social_django» - работает его контекстный процессор. Видим запрос контекстного процессора корзины, заканчивающийся «ORDER BY "mainapp_product"."category_id" ASC». Запрос продуктов из контроллера «main(request)» можно распознать по ограничению «LIMIT 3»:

```
Product.objects.filter(is_active=True, category__is_active=True)[:3]
```

Если нажать слева на символ '+', можно посмотреть детальную информацию о контексте вызова запроса. Это позволяет нам обнаружить дубликаты запросов при выводе продуктов в шаблоне:

```
38                          <img src="/media/{{ product.image }}" alt="{{ product.short_desc }}">
39                          <div class="text">
40                              <img src="{% static 'img/icon-hover.png' %}" alt="img">
41                              <h3>Категория:{{ product.category.name }}</h3>
42                              <h4>Название: {{ product.name }}</h4>
43                              <p>Описание: {{ product.description }} </p>
44                              <p>Цена: {{ product.price }} </p>
45                              <p>На складе: {{ product.quantity }} </p>
```

/home/django/geekshop/mainapp/templates/mainapp/index.html

Каждый раз при обращении к связанной модели в шаблоне «category» Django делает запрос. Это неэффективно. Правильней загрузить данные об объектах категорий продуктов, связанных через ForeignKey, вместе с данными о самих продуктах. Для этого в Django существует метод .select-related() объекта QuerySet:

geekshop/mainapp/views.py

```
...
def main(request):
    title = 'главная'

    products = Product.objects.\
```

```
                    filter(is_active=True, category__is_active=True).\
                    select_related('category')[:3]

    content = {
        'title': title,
        'products': products,
    }

    return render(request, 'mainapp/index.html', content)
...
```

Теперь число дубликатов запросов должно уменьшиться на 3 - убедитесь в этом.

Для того, чтобы понять как это работает, можно обратиться к более низкому уровню (по сравнению с ORM) языку запросов SQL. Посмотрим через атрибут «query» объекта «QuerySet» текст запроса без метода .select_related(«category»):

```
print(products.query)
```

```
SELECT
"mainapp_product"."id", "mainapp_product"."category_id",
"mainapp_product"."name", "mainapp_product"."image",
"mainapp_product"."short_desc",
"mainapp_product"."description", "mainapp_product"."price",
"mainapp_product"."quantity", "mainapp_product"."is_active"
FROM
"mainapp_product"
INNER JOIN "mainapp_productcategory" ON ("mainapp_product"."category_id" =
"mainapp_productcategory"."id")
WHERE
("mainapp_product"."is_active" = True AND "mainapp_productcategory"."is_active"
= True) LIMIT 3
```

В этом запросе получаем только данные о продуктах. Следовательно, каждый раз при выводе имени категории продукта будет новый запрос. У нас 3 продукта - получаем три дубликата.

Текст запроса с методом .select_related(«category»):

```
SELECT
"mainapp_product"."id", "mainapp_product"."category_id",
"mainapp_product"."name", "mainapp_product"."image",
"mainapp_product"."short_desc",
"mainapp_product"."description", "mainapp_product"."price",
"mainapp_product"."quantity", "mainapp_product"."is_active",
"mainapp_productcategory"."id", "mainapp_productcategory"."name",
"mainapp_productcategory"."description", "mainapp_productcategory"."is_active"
FROM
"mainapp_product"
INNER JOIN "mainapp_productcategory" ON ("mainapp_product"."category_id" =
"mainapp_productcategory"."id")
WHERE ("mainapp_product"."is_active" = True AND
```

```
"mainapp_productcategory"."is_active" = True) LIMIT 3
```

Появились две строки в «SELECT» - сразу получаем данные о категориях, поэтому дубликатов запросов нет. На низком уровне .select_related() работает через «SELECT».

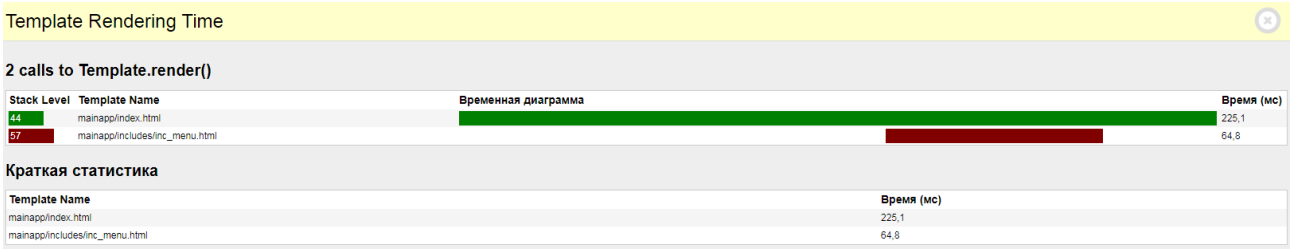
Лучше явно указывать имена подгружаемых полей как аргументы при вызове .select_related(), иначе Django будет включать в запрос все поля модели с непустым значением «ForeignKey».

Для проведения дальнейшей оптимизации работы с БД, запишем количество запросов и дублей для страниц нашего ресурса (пользователь «user1» и в корзине 16 товаров):

Адрес	Число запросов	Число дублей
'/'	14	10
'/products/'	20	14
'/products/category/1/'	17	10
'/basket/'	25	22
'/order/'	4	0
'/order/update/24/'	82	77

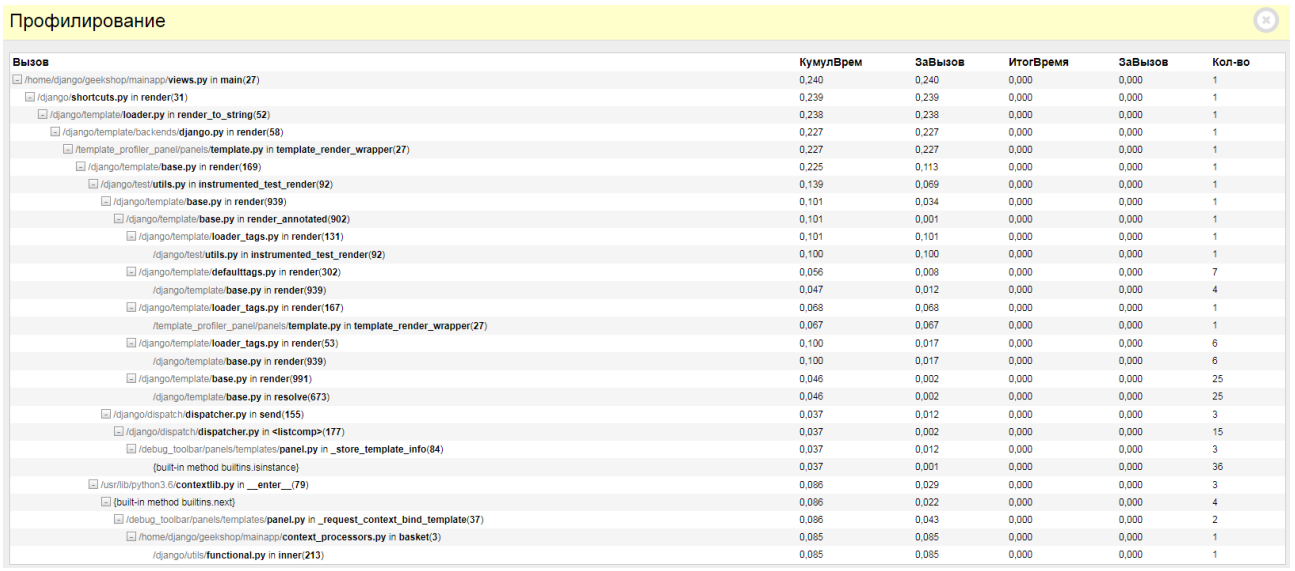
Из таблицы видно, что начинать оптимизацию необходимо с контроллера редактирования заказа, потом будем работать с корзиной и списком продуктов.

Продолжим анализ информации, полученной с помощью «django-debug-toolbar». На самой нижней вкладке «Template Profiler» отображается время рендеринга шаблонов и подшаблонов:



Видно, что подшаблон «inc_menu.html» начал рендериться и был полностью обработан в процессе рендеринга основного шаблона «index.html». В будущем можем использовать эти данные для кеширования шаблонов.

Дальше переходим ко вкладке «Профилирование», позволяющей увидеть работу Django-приложения на уровне Python:



Профилирование

Вызов	КумулВрем	ЗаВызов	ИтогВремя	ЗаВызов	Кол-во
/home/django/geekshop/mainapp/**views.py** in **main**(27)	0,240	0,240	0,000	0,000	1
/django/**shortcuts.py** in **render**(31)	0,239	0,239	0,000	0,000	1
/django/template/**loader.py** in **render_to_string**(52)	0,238	0,238	0,000	0,000	1
/django/template/backends/**django.py** in **render**(58)	0,227	0,227	0,000	0,000	1
/template_profiler_panel/panels/**template.py** in **template_render_wrapper**(27)	0,227	0,227	0,000	0,000	1
/django/template/**base.py** in **render**(169)	0,225	0,113	0,000	0,000	1
/django/test/**utils.py** in **instrumented_test_render**(92)	0,139	0,069	0,000	0,000	1
/django/template/**base.py** in **render**(939)	0,101	0,034	0,000	0,000	1
/django/template/**base.py** in **render_annotated**(902)	0,101	0,001	0,000	0,000	1
/django/template/**loader_tags.py** in **render**(131)	0,101	0,101	0,000	0,000	1
/django/test/**utils.py** in **instrumented_test_render**(92)	0,100	0,100	0,000	0,000	1
/django/template/**defaulttags.py** in **render**(302)	0,056	0,008	0,000	0,000	7
/django/template/**base.py** in **render**(939)	0,047	0,012	0,000	0,000	4
/django/template/**loader_tags.py** in **render**(167)	0,068	0,068	0,000	0,000	1
/template_profiler_panel/panels/**template.py** in **template_render_wrapper**(27)	0,067	0,067	0,000	0,000	1
/django/template/**loader_tags.py** in **render**(53)	0,100	0,017	0,000	0,000	6
/django/template/**base.py** in **render**(939)	0,100	0,017	0,000	0,000	6
/django/template/**base.py** in **render**(991)	0,046	0,002	0,000	0,000	25
/django/template/**base.py** in **resolve**(673)	0,046	0,002	0,000	0,000	25
/django/dispatch/**dispatcher.py** in **send**(155)	0,037	0,012	0,000	0,000	3
/django/dispatch/**dispatcher.py** in **<listcomp>**(177)	0,037	0,002	0,000	0,000	15
/debug_toolbar/panels/templates/**panel.py** in **_store_template_info**(84)	0,037	0,012	0,000	0,000	3
{built-in method builtins.isinstance}	0,037	0,001	0,000	0,000	36
/usr/lib/python3.6/**contextlib.py** in **__enter__**(79)	0,086	0,029	0,000	0,000	3
{built-in method builtins.next}	0,086	0,022	0,000	0,000	4
/debug_toolbar/panels/templates/**panel.py** in **_request_context_bind_template**(37)	0,086	0,043	0,000	0,000	2
/home/django/geekshop/mainapp/**context_processors.py** in **basket**(3)	0,085	0,085	0,000	0,000	1
/django/utils/**functional.py** in **inner**(213)	0,085	0,085	0,000	0,000	1

Здесь видна статистика вызовов функций: количество, накопленное время и другая информация.

Итак, теперь у нас в руках есть мощный инструмент для разностороннего анализа работы проекта - «django-debug-toolbar».

Приложение «django_extensions»

Для анализа Django проекта установим еще одно приложение - «django_extensions»:

```
pip install django-extensions
```

Традиционно добавим строку в список «INSTALLED_APPS»:

```
'django_extensions'
```

Теперь можем одной командой собрать данные из всех диспетчеров URL проекта:

```
python manage.py show_urls > geekshop_urls.txt
```

Или выполнить валидацию шаблонов проекта:

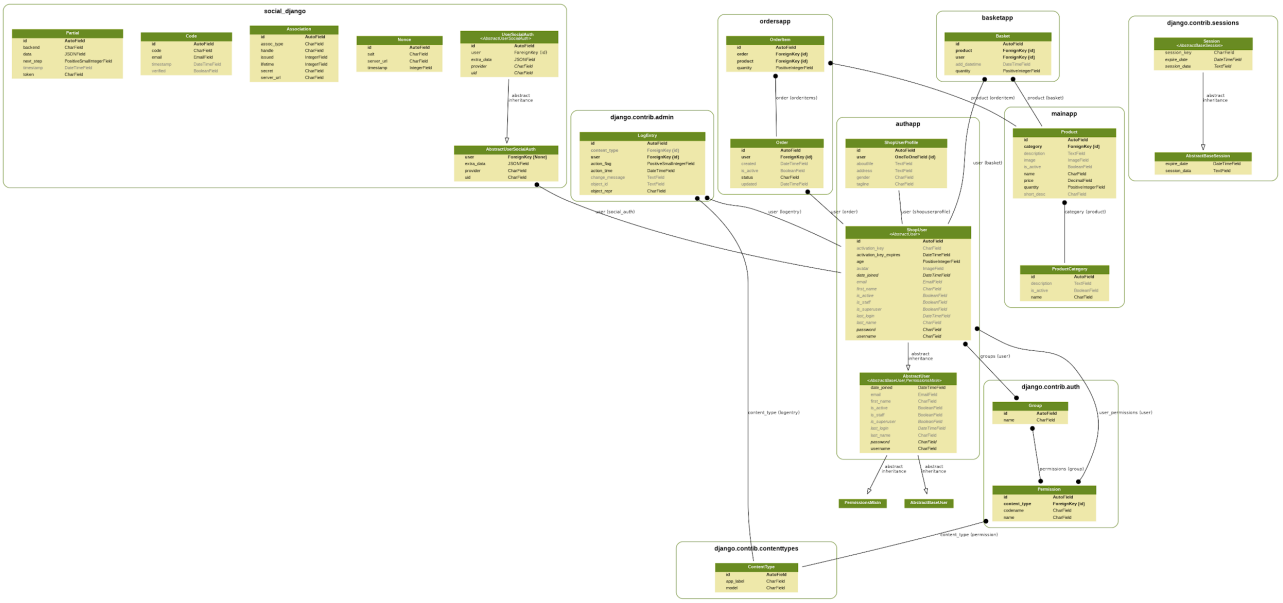
```
python manage.py validate_templates
```

Установим еще одно приложение:

```
pip install pydotplus
```

Это позволит [визуализировать](#) структуру моделей проекта:

```
python manage.py graph_models -a -g -o geekshop_visualized.png
```



Для более глубокого анализа работы проекта можно запустить [сервер](#) с записью результатов профилирования в файлы с расширением .prof:

```
python manage.py runprofileserver --kcachegrind
                --prof-path=tmp/my-profile-data 0.0.0.0:8000
```

Это расширенная версия dev-сервера Django. Перед запуском необходимо создать папку для хранения файлов, например:

```
mkdir tmp/my-profile-data2
```

В дальнейшем их можно визуализировать, например, при помощи инструмента «[kcachegrind](#)» (работает в *nix системах).

Внимание: не забывайте добавить новые приложения в файл «requirements.in».

Тестирование производительности Django-проекта

Теперь пришло время оценки производительности в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации. Следует понимать, что результаты тестирования носят оценочный характер и зависят от большого числа факторов. Важны не абсолютные значения результатов, а их динамика в ходе оптимизации сайта.

Существует большое количество инструментов для тестирования web-серверов: apache2-utils, siege и другие. Мы будем использовать утилиту «siege», создающую интенсивную нагрузку на сервер:

```
sudo apt install siege
```

Тестирование работоспособности

Первый тест будет простой - проверим статус ответа основных контроллеров.

Отключаем в проекте режим отладки и создаем в корне проекта файл с их адресами (можно воспользоваться созданным ранее файлом «geekshop_urls.txt»):

urls.txt

```
http://192.168.0.98/
http://192.168.0.98/products/
http://192.168.0.98/contact/
http://192.168.0.98/products/category/1/
http://192.168.0.98/products/category/2/
http://192.168.0.98/products/category/3/
http://192.168.0.98/products/category/4/
http://192.168.0.98/basket/
http://192.168.0.98/order/
http://192.168.0.98/auth/edit/
http://192.168.0.98/order/update/30/
http://192.168.0.98/order/update/29/
http://192.168.0.98/order/update/27/
http://192.168.0.98/order/update/25/
http://192.168.0.98/order/update/24/
http://192.168.0.98/order/update/23/
http://192.168.0.98/order/update/22/
http://192.168.0.98/order/update/21/
http://192.168.0.98/order/update/20/
http://192.168.0.98/order/update/19/
http://192.168.0.98/order/update/18/
http://192.168.0.98/order/update/15/
http://192.168.0.98/order/update/14/
http://192.168.0.98/order/update/13/
http://192.168.0.98/order/update/12/
http://192.168.0.98/order/update/10/
http://192.168.0.98/order/update/8/
http://192.168.0.98/order/update/7/
http://192.168.0.98/order/update/6/
```

Выполним тест-команду:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d1 -r29 -c1
```

```
django@ubuntu17django:~$ siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d1 -r29 -c1
** SIEGE 4.0.2
** Preparing 1 concurrent users for battle.
The server is now under siege...
Transactions:                    198 hits
Availability:                  98.51 %
Elapsed time:                  15.60 secs
Data transferred:               7.76 MB
Response time:                  0.01 secs
Transaction rate:              12.69 trans/sec
Throughput:                     0.50 MB/sec
Concurrency:                    0.10
Successful transactions:         198
Failed transactions:               3
Longest transaction:            0.14
Shortest transaction:           0.00
```

Интерпретация ключей:

- «-f» - используем файл со списком адресов;
- «-d1» - задержка между запросами от 0 до 1 секунды;
- «-r28» - каждый пользователь посылает 29 запросов;
- «-c1» - имитируем работу одного пользователя.

Видим, что три запроса были неудачными (Failed transactions). Скорректируем файл с адресами:

urls.txt

```
http://192.168.0.98/order/
http://192.168.0.98/auth/edit/
http://192.168.0.98/contact/
```

Повторим тест с параметром «--debug»:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d1 -r3 -c1 --debug
```

Фрагмент ответа:

```
** Preparing 1 concurrent users for battle.
The server is now under siege...[debug] browser.c:847 attempting connection to 192.168.0.98:80
[debug] browser.c:862 creating new socket:     192.168.0.98:80
[debug] browser.c:882 good socket connection:  192.168.0.98:80
GET /order/ HTTP/1.1
Host: 192.168.0.98
Accept: */*
Accept-Encoding: gzip;deflate
User-Agent: Mozilla/5.0 (pc-x86_64-linux-gnu) Siege/4.0.2
Connection: close


HTTP/1.1 500 Internal Server Error
Server: nginx/1.12.1 (Ubuntu)
Date: Wed, 24 Jan 2018 08:33:06 GMT
Content-Type: text/html
Content-Length: 27
Connection: close
X-Frame-Options: SAMEORIGIN
Vary: Cookie
```

В режиме «DEBUG» увидели бы отладочные данные. Раз он выключен - «ошибка 500». Рекомендуем снова включить «DEBUG» и проверить все три адреса из списка «urls.txt» в браузере, когда пользователь не залогинен.

Исправим ошибки в проекте. Для контроллера «/order/» добавим декоратор:

geekshop/ordersapp/views.py

```
...
from django.utils.decorators import method_decorator
from django.contrib.auth.decorators import login_required


class OrderList(ListView):
    model = Order

    def get_queryset(self):
        return Order.objects.filter(user=self.request.user)

    @method_decorator(login_required())
    def dispatch(self, *args, **kwargs):
        return super(ListView, self).dispatch(*args, **kwargs)
```

Таким же способом задекорируем контроллеры для создания, детального просмотра и редактирования заказа. Добавим обычный декоратор @login_required для контроллера «edit()» в приложении «authapp».

Ошибки в контроллере «contact()» приложения «mainapp» при запуске dev-сервера в Windows не было, но при запуске production-сервера она появилась. Уточним функцию «load_from_json()»:

geekshop/mainapp/views.py

```
...
def load_from_json(file_name):
   with open(os.path.join(JSON_PATH, file_name + '.json'), 'r',\
             errors='ignore') as infile:
       return json.load(infile)
...
```

Добавим к изначальному содержимому файла «urls.txt» адреса для просмотра подробной информации о заказах «/order/update/» и страницу регистрации пользователя «/auth/register/». Итого получим 49 элементов. Повторим тестирование:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d1 -r49 -c1
```

Выполнено 358 запросов, ошибок нет. Однако, есть другая проблема - в большинстве случаев сервер нам возвращает страницу входа в систему вместо реального контента. Можете увидеть это запуская тест по отдельным адресам с параметром «--debug». Например, для запроса:

```
siege http://192.168.0.98/order/read/24/ -d0 -r1 -c1 --debug
```

Получим 7 ответов, последний будет таким:

```
[debug] browser.c:847 attempting connection to 192.168.0.98:80
[debug] browser.c:862 creating new socket:     192.168.0.98:80
[debug] browser.c:882 good socket connection:  192.168.0.98:80
GET /static/css/bootstrap.min.css HTTP/1.1
Host: 192.168.0.98
Cookie: Max-Age=31449600
Accept: */*
Accept-Encoding: gzip;deflate
User-Agent: Mozilla/5.0 (pc-x86_64-linux-gnu) Siege/4.0.2
Connection: close


HTTP/1.1 200 OK
Server: nginx/1.12.1 (Ubuntu)
Date: Wed, 24 Jan 2018 09:32:25 GMT
Content-Type: text/css
Content-Length: 121200
Last-Modified: Mon, 22 Jan 2018 21:57:46 GMT
Connection: close
ETag: "5a665e5a-1d970"
Accept-Ranges: bytes



Transactions:                      7 hits
Availability:                 100.00 %
Elapsed time:                   0.03 secs
Data transferred:               0.30 MB
Response time:                  0.00 secs
Transaction rate:             233.33 trans/sec
Throughput:                     9.99 MB/sec
Concurrency:                    1.00
Successful transactions:           7
HTTP OK received:                  6
Failed transactions:               0
Longest transaction:            0.01
Shortest transaction:           0.00
```

Видим, что Cookie до сих пор пустые - значит пользователь в систему не вошел. Если проанализировать более пристально ответы, то увидите, что среди них нет ни одного изображения товара, а их должно быть в этом заказе три.

Утилита «siege» позволяет передавать POST-данные в запросах:

urls.txt

```
http://192.168.0.98/auth/login/ POST username=user1&password=geekbrains
http://192.168.0.98/order/read/24/
```

Если сейчас запустить тест - увидим, что логина так и не произошло. Причина - Django не принимает POST-запросы без корректного значения «CSRF», так как по умолчанию работает слой защиты от подделки запроса «django.middleware.csrf.CsrfViewMiddleware». На время тестирования его необходимо закомментировать в списке «MIDDLEWARE» файла настроек и *перезапустить* сервер «gunicorn». Теперь все хорошо:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r2 -c1 --debug
```

```
[debug] browser.c:847 attempting connection to 192.168.0.98:80
[debug] browser.c:862 creating new socket:     192.168.0.98:80
[debug] browser.c:882 good socket connection:  192.168.0.98:80
GET /static/css/bootstrap.min.css HTTP/1.1
Host: 192.168.0.98
Cookie: sessionid=46dfhhc7vj6lwsyarcfyoafcwuuki7pt
Accept: */*
Accept-Encoding: gzip;deflate
User-Agent: Mozilla/5.0 (pc-x86_64-linux-gnu) Siege/4.0.2
Connection: close
```

Видим, что в Cookie появился ключ «sessionid», значит пользователь залогинился. Если добавить третий адрес «http://192.168.0.98/auth/logout/» и выполнить тест, увидим:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r3 -c1 --debug
```

```
[debug] browser.c:847 attempting connection to 192.168.0.98:80
[debug] browser.c:862 creating new socket:     192.168.0.98:80
[debug] browser.c:882 good socket connection:  192.168.0.98:80
GET /static/css/bootstrap.min.css HTTP/1.1
Host: 192.168.0.98
Cookie: sessionid=ttehsdaw8czxalm17qjg1a2qynsalrfx;Max-Age=0
Accept: */*
Accept-Encoding: gzip;deflate
User-Agent: Mozilla/5.0 (pc-x86_64-linux-gnu) Siege/4.0.2
Connection: close
```

Значение «Max-Age=0» говорит, что ключ недействителен и пользователь уже не в системе.

Мы в ходе тестирования будем имитировать режим интернета (ключ '-i'), когда пользователи переходят по адресам в случайном порядке. Поэтому логин должен происходить автоматически при переходе по любому адресу. Можно переписать адреса в виде:

```
http://192.168.0.98/auth/login/?next=/order/read/24/ POST
username=user1&password=geekbrains
```

Вместо этого добавим в файл настроек «/home/django/.siege/siege.conf» строку:

```
login-url = http://192.168.0.98/auth/login/ POST
username=user1&password=geekbrains
```

Таких строк может быть несколько для имитации работы множества пользователей. Изучите внимательно файл настроек - увидите много новых возможностей для тестирования.

Теперь вернем в файл «urls.txt» все 49 адресов и выполним тест:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r49 -c1
```

```
django@ubuntu17django:~/geekshop$ siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r49 -c1
** SIEGE 4.0.2
** Preparing 1 concurrent users for battle.
The server is now under siege...
Transactions:                    403 hits
Availability:                 100.00 %
Elapsed time:                   1.66 secs
Data transferred:              14.61 MB
Response time:                  0.00 secs
Transaction rate:             242.77 trans/sec
Throughput:                     8.80 MB/sec
Concurrency:                    1.00
Successful transactions:         402
Failed transactions:               0
Longest transaction:            0.17
Shortest transaction:           0.00
```

Ошибок нет - функциональное тестирование пройдено.

Если вернуть изначальные 29 адресов и провести тест, то увидим, что число транзакций увеличилось с 198 до 226 - ведь теперь грузится реальный контент, а не страницы логина. Рекомендуем поработать с тестами более подробно через less:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r49 -c1 --debug | less
```

Нагрузочное тестирование

Сначала выполним тестирование конкретных контроллеров, записывая по одному адресу в файл «urls.txt» и выполняя тест:

```
siege -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r25 -c50
```

В результате заполним таблицу (пользователь «user1», в корзине 16 товаров):

Адрес	Переходов	Время теста, с	Транзакций в секунду	Время отклика, с
/	13850	16,30	849,69	0,06
/products/	15017	18,91	794,13	0,06
/products/category/1/	11550	17,21	671,12	0,07
/basket/	15350	20,04	765,97	0,06
/order/	9150	13,68	668,86	0,07
/order/update/24/	9150	49,20	185,98	0,26
/order/read/24/	12900	15,27	844,79	0,06

Ожидаемо самым медленным оказался контроллер редактирования заказа («/order/update/24/»). Именно с него будем начинать оптимизацию. Доступность сервера в тестах была 100%, самая долгая

транзакция порядка 3 секунд. Если увеличить число пользователей до 140 и уменьшить число переходов каждого из них до 5 - начнутся отказы. Обязательно узнайте число пользователей, при котором начинаются отказы для своей системы.

Дальше проведем тестирование в условиях, максимально близко имитирующих реальную работу сервера - включим режим интернета (ключ «-i») - адреса переходов будут выбираться случайным образом. Вернем в файл «urls.txt» все 49 адресов. Результаты тестов для разных значений параметров запишем в таблицу:

Параметр	**-r50 -c50**	**-r25 -c100**	**-r17 -c150**	**-r12 -c200**
Число переходов	20829	21013	19061	13296
Доступность сервера	100%	100%	98,19%	93,85%
Время теста, с	52,12	51,95	49,01	36,95
Время отклика, с	0,12	0,24	0,33	0,35
Запросов в секунду	399,64	404,49	388,92	359,84
Пропускная способность, МБ/сек	14,34	14,40	13,59	12,52
Согласованность	49,46	98,24	126,46	126,08
Удачных транзакций	20789	20956	19029	13281
Неудачных транзакций	0	0	351	872
Самая долгая транзакция, с	3,04	5,84	7,88	8,26

Из тестов видно, что наш ресурс может без отказов ответить примерно 126 различным пользователям. При увеличении числа пользователей ожидаемо возрастает время отклика и самая большая длительность транзакции. Пришло время заняться оптимизацией.

Оптимизация работы с базой данных

В идеале после каждого шага необходимо повторять тесты и оценивать эффективность.

Контекстный процессор «basket»

Добавим метод «.select_related()»:

```
basket = request.user.basket.select_related()
```

Включаем режим «DEBUG» и смотрим как изменилось число запросов на страницах:

Адрес	Число запросов (изменение)	Число дублей (изменение)
'/'	13 (-1)	8 (-2)
'/products/'	19 (-1)	12 (-2)
'/products/category/1/'	16 (-1)	8 (-2)
'/basket/'	12 (-13)	8 (-14)
'/order/'	4 (0)	0 (0)
'/order/update/24/'	82 (0)	77 (0)

Приложение «ordersapp»

Добавим метод .select_related() при загрузке продуктов в форме элемента заказа (класс «OrderItemForm»):

```
self.fields['product'].queryset = Product.get_items().select_related()
```

Число запросов на странице «/order/update/24/» сразу уменьшилось с 82 до 14 (9 дублей)!

Если сейчас проведем тест:

```
siege -i -f /home/django/geekshop/urls.txt -d0 -r17 -c150
```

Обнаружим, что время отклика уменьшилось на 21% с 0,33 сек до 0,26 сек.

Добавим метод «.select_related()» в контроллере редактирования заказа:

geekshop/ordersapp/views.py

```
...
class OrderItemsUpdate(UpdateView):
    ...

    def get_context_data(self, **kwargs):
        ...
        if self.request.POST:
            ...
        else:
            queryset = self.object.orderitems.select_related()
            formset = OrderFormSet(instance=self.object, queryset=queryset)
            ...
```

Теперь число запросов на странице «/order/update/24/» равно 11 (6 дублей).

Аналогичные действия необходимо проделать в остальных приложениях - ищем запросы, в которых получаем объекты, связанные с другими объектами через внешний ключ или через отношение один-к-одному и добавляем метод .select_related(). Обязательно проводите тесты после корректировок. Усложнение запросов может вызвать уменьшение производительности, несмотря на уменьшение их количества.

Если сейчас провести сравнительное тестирование только для страницы «/order/update/24/» - обнаружим прирост производительности порядка 70%:

- время отклика уменьшилось с 0,26 с до 0,15 с;
- время выполнения теста уменьшилось с 49,2 с до 28,72 с;
- число транзакций в секунду возросло со 185,98 до 318,59.

Внимание: в Django есть еще один полезный для оптимизации метод «.prefetch-related()». Он работает на уровне Python, а не на уровне запросов к БД. *Обязательно* познакомьтесь с ним.

Добавляем индексы к атрибутам моделей

Кроме количества запросов на производительность проекта большое влияние оказывает скорость их выполнения. Самый эффективный способ ее повышение - добавление индексов. Нужно понимать, что этот прирост происходит за счет увеличения объема базы. Выбор полей для создания индексов - сложная задача. Мы просто покажем эффективность этого метода. Следует помнить, что индексы автоматически добавляются Django для всех полей «ForeignKey».

Чтобы поле индексировалось просто добавляем аргумент «db_index=True»:

```
is_active = models.BooleanField(db_index=True, default=True)
```

Создавать индексы необходимо для всех полей, участвующих в запросах.

Модель	Индексируемые поля
ProductCategory	is_active
Product	is_active
Order	is_active

Так как на данном этапе база данных содержит небольшое количество записей - эффект от индексирования будет незаметен. Но в будущем он будет существенным.

Практическое задание

1. Установить приложение «django-debug-toolbar». Оценить время загрузки страниц. Найти самые медленные контроллеры. Заполнить таблицу с количеством запросов и дубликатов на страницах проекта.
2. Визуализировать структуру моделей проекта при помощи «django_extensions», создать файл «geekshop_urls.txt» с URL адресами проекта.
3. Установить утилиту «siege» и провести функциональное тестирование. Зафиксировать результаты в текстовом файле (какие контроллеры работали с ошибками).
4. Провести нагрузочное тестирование отдельных страниц и записать результаты в таблицу.
5. Провести тестирование в режиме интернета. Записать данные в таблицу. Определить условия, при которых начинаются отказы.
6. Провести оптимизацию работы с БД в проекте. Оценить эффект.

Дополнительные материалы

Все то, о чем сказано в методичке, но подробнее:

1. Документация по «django-debug-toolbar»
2. Настройка панелей «django-debug-toolbar»
3. Метод «QuerySet .prefetch-related()»
4. Документация по «django-extensions»
5. Руководство по «kcachegrind»
6. Метод «.select-related()»
7. Инструмент «apache2-utils»
8. Утилита «siege» (habrahabr)
9. Оптимизация работы с БД (оригинал)

Используемая литература

Для подготовки данного методического пособия были использованы следующие ресурсы:

1. Официальная документация